

PLAN PARA EL DISEÑO Y PUESTA EN MARCHA DE UN SISTEMA DE
ESTERILIZACIÓN DE INSTRUMENTOS QUIRÚRGICOS

ADDILY JOHANNA CALA CASTRO

ÉDGAR ALEXANDER BAUTISTA ALEMÁN

UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y EMPRESARIALES

ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS

BOGOTÁ D.C. II-2018

PLAN PARA EL DISEÑO Y PUESTA EN MARCHA DE UN SISTEMA DE
ESTERILIZACIÓN DE INSTRUMENTOS QUIRÚRGICOS

ADDILY JOHANNA CALA CASTRO

ÉDGAR ALEXANDER BAUTISTA ALEMÁN

Trabajo de grado para obtener el título de Especialista en Gerencia de Proyectos

Asesor: ÉDGAR VELASCO ROJAS

UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y EMPRESARIALES

ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS

BOGOTÁ D.C. II-2018

Edgar Alexander Bautista Alemán

A mi madre María por creer en mí en
todo momento, a mi esposa Adriana y mi
hija María José, por ser la luz que
ilumina mi camino, a mis sobrinos Mateo
y Samuel, por llenar mi vida de alegría, a
mis hermanas y amigos,

Addily Johanna Cala Castro

A Dios por concederme cuanto he pedido,
a mis padres por su apoyo incondicional, a
José Manuel y a Sebastián por llenar mi
vida de felicidad.

NOTA DE ACEPTACIÓN

Presidente del jurado

Jurado

Jurado

Bogotá D.C., 06 de noviembre de 2018

TABLA DE CONTENIDO

Resumen.....	XXI
1. Formulación	22
1.1. Organización.....	22
1.1.1. descripción general	23
1.1.2. direccionamiento estratégico.....	23
• Objetivos estratégicos.	23
• Políticas institucionales.....	24
• Misión, Visión y Valores.	25
• Mapa estratégico	25
• Cadena de valor de la organización.	25
• Estructura organizacional.....	26
1.2. Finalidad e impacto del proyecto	27
1.2.1. problema o necesidad	27
• Involucrados.....	27
- Matriz involucrados	27
- Matriz dependencia-influencia.....	28
- Matriz de temas y respuestas	28
• Árbol de problemas – necesidades.....	29

•	Descripción del problema	29
1.2.2.	objetivos	31
•	Árbol de Objetivos	31
•	Causa(s) a intervenir que generan el proyecto	31
•	Fin o propósito	32
•	Requerimientos de la organización	32
1.2.3.	alternativas de solución	32
•	Identificación y descripción de alternativas de solución	32
•	Análisis de alternativas (social – tecnológico – económico)	35
•	Selección de alternativa (aplicación método multicriterio)	35
1.2.4.	planteamiento inicial del proyecto.....	36
•	Marco conceptual referencial.....	36
•	EDP <i>high level</i> – Estructura de Desagregación del Producto	41
•	EDT <i>high level</i> – Estructura de Desagregación del Trabajo	41
1.3.	Marco metodológico para realizar trabajo de grado	42
•	Carácter investigativo (tipos y método de investigación).....	42
•	Herramientas para la recolección de información.	42
•	Fuentes de información.....	42
•	Supuestos y restricciones para el desarrollo del trabajo de grado.	42
•	Contribución e impacto social trabajo de grado	44

-	Contribución a los “Objetivos de Desarrollo Sostenible”	44
-	Contribución a las líneas de investigación de la UPC	44
-	Población objeto.....	45
-	Naturaleza del producto del proyecto	45
-	Contexto geográfico	45
-	Tipo de impacto	45
-	Acciones de socialización	45
-	Acciones de transferencia	45
2.	Estudios y evaluaciones	46
2.1.	Estudio de Mercado	46
•	Población.....	46
•	Dimensionamiento de la demanda	47
•	Dimensionamiento oferta.....	48
•	Competencia – Precios.....	48
•	Punto equilibrio oferta – demanda	49
2.2.	Estudio Técnico	51
2.2.1.	diseño conceptual del proceso o bien/producto o resultado	51
•	Definición de las características técnicas y de aprovechamiento	53
-	Localización y tamaño	53
-	Requerimientos del producto y del proyecto	54

2.3. Estudio económico – financiero	54
2.3.1. estimación de costos de inversión del proyecto	55
• Estructura de desagregación del trabajo	55
• Recursos para el desarrollo del proyecto	55
• Clasificación de costos. Estructura de desagregación de costos.....	57
• Estimación de los costos de los entregables del proyecto.....	57
• Estimación de la reserva de contingencia	57
- Estructura de desagregación de riesgos	58
- Análisis cuantitativo de riesgos	58
- Reserva de contingencia de presupuesto y de tiempo.....	60
• Estimación reserva de administración	63
• Presupuesto del proyecto en décimas de millones	63
2.3.2. estimación de los costos de aprovechamiento del proyecto	64
• Administración, operación, mantenimiento y aprovechamiento	65
• Fuentes y uso de fondos	65
• Financiación y costo financiación.....	65
2.3.3. evaluación financiera del proyecto	66
• Flujo de caja de la inversión y del aprovechamiento del proyecto	66
• Definición del costo del capital.....	67
• Indicadores de rentabilidad	67

•	Análisis de sensibilidad.....	68
2.4.	Estudio social y ambiental	70
•	Análisis ciclo de vida del producto o bien/servicio o resultado.....	70
•	Definición de flujo de entradas y salidas	71
•	Descripción y categorización de impactos ambientales.....	71
•	Cálculo de huella de carbono	71
•	Estrategias de mitigación de impacto ambiental.....	74
•	Análisis de sostenibilidad	74
3.	Inicio y planeación del proyecto	74
3.1.	Inicio del proyecto	75
•	<i>Project Charter</i>	75
3.2.	Planeación del proyecto	75
•	Plan del proyecto.....	75
-	Plan de gestión de cambios	75
•	Plan de involucrados	75
-	Matriz de registro de involucrados	75
-	Análisis de involucrados	76
-	Matriz temas – respuestas	76
•	Plan de alcance.....	77
-	Plan de requerimientos.....	77

•	Documentación de requerimientos.	78
•	Matriz trazabilidad requerimientos	78
-	Línea base de alcance.....	78
•	EDP	78
•	EDT	78
•	<i>Project Scope Statement</i>	78
•	Diccionario WBS	79
•	Plan de gestión de la programación	79
-	Línea base del tiempo	79
•	Red	79
•	Memoria de cálculo y estimación duraciones con Beta Pert	80
•	Calendario	80
•	Cronograma (mínimo 200 líneas)	80
-	Recursos	81
•	Hoja de recursos.....	82
•	Uso de recursos por tarea	83
•	Nivelación	83
-	Desempeño.....	84
•	Curva S desempeño.....	84
•	SPI.....	86

•	Plan de gestión del costo.....	89
-	Estructura desagregación de costos	89
-	Línea base del costo	90
•	Memoria del cálculo de la estimación de costos.....	90
•	Presupuesto	90
-	Desempeño.....	90
•	Curva S presupuesto	91
•	CPI	92
-	Plan de gestión de la calidad.....	94
-	Métrica de calidad.....	94
-	Plan de mejora de procesos.....	95
•	Plan de gestión de recursos humanos.....	95
-	Estructura de desagregación de recursos humanos	95
-	Estimación de necesidades.....	96
-	Matriz RACI	96
-	Roles y responsabilidades	96
-	Incentivos y recompensas	98
•	Plan de gestión de las comunicaciones	99
-	Matriz de comunicaciones	105
-	Matriz de registro, análisis y contingencia	105

-	Ficha técnica de riesgos	105
•	Plan de gestión de adquisiciones.....	106
-	Criterios de selección de proveedores.....	106
-	Cronograma de compras y adquisiciones	106
-	Criterios de evaluación de proveedores	106
•	Plan de sostenibilidad	107
-	Matriz P5.....	108
•	Plan de HSSE.....	108
4.	Conclusiones y recomendaciones	109
5.	Bibliografía y Referencias.....	110

Listado de tablas

Tabla 1. Identificación de involucrados.....	28
Tabla 2. EDT high level - Estructura de Desagregación del Trabajo.	53
Tabla 3. Estructura de desagregación del trabajo a tercer nivel.	55
Tabla 4. Estimación de costos a tercer nivel en decimas de millón.....	58
Tabla 5. Matriz de riesgos para estimación de reserva de contingencia.....	61
Tabla 6. Matriz de riesgos para estimación de reserva de tiempo.	62
Tabla 7: Estimación reserva de contingencia de presupuesto.....	63
Tabla 8. Estimación reserva de contingencia de tiempo.....	63
Tabla 9. Presupuesto del proyecto en decimas de millón.	63
Tabla 10. Cálculo costos de administración, operación y mantenimiento.....	65
Tabla 11. Datos de financiamiento del proyecto.	67
Tabla 12. Cálculo de costo de capital y promedio ponderado (WACC)	67
Tabla 13. Indicadores financieros del proyecto	68
Tabla 14. Indicadores de proyecto con variación de número de periodos.....	69
Tabla 15. Indicadores de proyecto con variación de flujos proyectados.	70
Tabla 16. Análisis del ciclo de vida del producto.....	72
Tabla 17. Categorías de impacto ambiental.....	73
Tabla 18. Resultados del cálculo de la huella de carbono por fase del proyecto.....	73
Tabla 19. Resultados del cálculo de la huella de carbono por factor de emisión.	74
Tabla 20. Temas relacionados con el proyecto.....	76
Tabla 21. Clasificación de temas según el nivel de madurez de la organización.	76
Tabla 22. Repuesta de la entidad a temas definidos.	76

Tabla 23. Resultado de la simulación del avance del cronograma.	85
Tabla 24. Datos generales del proyecto.	86
Tabla 25. Descuento al porcentaje de avance.	86
Tabla 26. Valor planificado, costo actual y porcentaje de avance.	87
Tabla 27. Cálculos del valor ganado.	88
Tabla 28. Indicadores de desempeño del cronograma.	88
Tabla 29. Gráfica del presupuesto planeado vs tiempo	91
Tabla 30. Valor planeado, costo actual y valor ganado.	92
Tabla 31. Indicadores de costo del proyecto.	93
Tabla 32. Criterios de selección de proveedores.	106
Tabla 33. Aplicación método Scoring para la toma de decisiones	114
Tabla 34. Método AHP: Criterios de evaluación.	115
Tabla 35. Método AHP: Matriz N y vector promedio.	116
Tabla 36. Método AHP: Matriz de comparación por criterios.	116
Tabla 37. Cálculos del parámetro NMAX.	117
Tabla 38. Cálculo del índice de consistencia.	117
Tabla 39. Método AHP: Evaluación de alternativas.	117
Tabla 40. Flujo de caja inversión en décimas de millón.	139
Tabla 41. Flujo de caja aprovechamiento en décimas de millón.	139
Tabla 42. Flujos de efectivo por cada periodo en fase de aprovechamiento	140
Tabla 43. Términos de la ecuación costo de capital.	142
Tabla 44. Huella de carbono por factor de emisión - fase de diagnóstico.	143
Tabla 45. Huella de carbono por factor de emisión - fase de diseño.	144
Tabla 46. Huella de carbono por factor de emisión - fase de implementación.	145

Tabla 47. Huella de carbono por factor de emisión - fase de pruebas y afinamiento.....	146
Tabla 48. Huella de carbono por factor de emisión - fase de puesta en marcha.....	147
Tabla 49. Matriz P5.	148
Tabla 50. Materiales necesarios para pruebas de control biológico.	237
Tabla 51. Procedimiento de pruebas de control biológico.....	239
Tabla 52. Materiales necesarios para pruebas con cintas.	239
Tabla 53. Protocolo de pruebas de esterilización con cintas	240

Listado de figuras

Figura 1. Mapa de procesos Clínica Agnés Verder	26
Figura 2. Cadena de valor Clínica Agnés Verder.	26
Figura 3. Organigrama Clínica Agnés Verder.	27
Figura 4. Matriz dependencia – influencia.	29
Figura 5. Árbol de problemas.	30
Figura 6. Árbol de objetivos.	31
Figura 7. EDP high level - Estructura de Desagregación del Producto	41
Figura 8. EDT high level - Estructura de Desagregación del Trabajo.....	43
Figura 9. Estructura de desagregación de recursos.....	56
Figura 10. Estructura de desagregación de costos.	57
Figura 11. Estructura de desagregación de riesgos.....	59
Figura 12. Matriz probabilidad e impacto.	59
Figura 13. Matriz de temas y respuestas.....	77
Figura 14. Diagrama de red Microsoft Project.	80
Figura 15. Calendario Microsoft Project.	81
Figura 16. Cronograma Microsoft Project.	82
Figura 17. Hoja de recursos Microsoft Project.	82
Figura 18. Asignación de recursos por actividad Microsoft Project.	83
Figura 19. Asignación de recursos por actividad Microsoft Project.	84
Figura 20. Nivelación de recursos insumos Microsoft Project.....	84
Figura 21. Métricas de calidad proyecto SEIG.....	95
Figura 22. Matriz RACI proyecto SEIQ.....	98
Figura 23. Codificación de la información.	100

Figura 24. Cuadro de control de versiones.	102
Figura 25. Formato registro de polémicas.	209
Figura 26. Matriz de comunicaciones.	210
Figura 27. Matriz de riesgos, análisis y contingencia; continua en página siguiente.	215
Figura 28. Cronograma de adquisiciones.	225
Figura 29. Cronograma de adquisiciones.	226
Figura 30. Cronograma de adquisiciones.	227
Figura 31. Análisis PESTLE.	228
Figura 32. Estrategias de sostenibilidad ambiental.	229
Figura 33. Acta de cierre del proyecto; continúa en página siguiente.	232
Figura 34. Formato gestión de expectativas.	234
Figura 35. Lista de chequeo prueba de simulación; continúa en página siguiente.	235
Figura 36. Formato de lista de asistencia a capacitaciones.	241

Listado de gráficas

Gráfica 1. Variación del VPN con la rentabilidad.	69
Gráfica 2. Curva S de desempeño del proyecto.	85
Gráfica 3. Comportamiento del SPI frente al TSPI.	89
Gráfica 4. Línea base de costos	90
Gráfica 5. Curva S de presupuesto.	91
Gráfica 6. Comportamiento del PV, AC y EV.	93
Gráfica 7. Estructura de desagregación de los recursos humanos	96
Gráfica 8. Histogramas de recursos humanos.....	97
Gráfica 9. Formato solicitud y revisión de cambios.	167

Listado de anexos

Anexo A. Análisis multicriterio con método <i>Scoring</i> .	114
Anexo B. Análisis multicriterio con método AHP.	115
Anexo C. Formato de encuesta.	118
Anexo D. Formato de resultados de encuesta.	121
Anexo E. Formatos de documentación y matriz de trazabilidad de requisitos.	125
Anexo F. <i>Scope management plan</i> .	134
Anexo G. <i>Requirements management plan</i> .	136
Anexo H. Flujo de caja de la inversión y del aprovechamiento del proyecto.	139
Anexo I. <i>Cálculo de indicadores financieros</i> .	140
Anexo J. Cálculo de la huella de carbón para la fase de diagnóstico.	143
Anexo K. Matriz P5	148
Anexo L. <i>Project Charter</i> .	157
Anexo M. Project Management Plan.	162
Anexo N. <i>Change Management Plan</i> .	165
Anexo O. Formato solicitud y revisión de cambios.	167
Anexo P. <i>Stakeholder Management Plan</i> .	168
Anexo Q. Matriz de registro de involucrados.	172
Anexo R. <i>Project scope statement</i> .	175
Anexo S. Memoria de cálculo y estimación duraciones con Beta Pert.	177
Anexo T. <i>Cost management plan</i> .	192
Anexo U. Memoria de cálculo de la estimación de costos de inversión.	193
Anexo V. <i>Quality management plan</i> .	195
Anexo W. <i>Improvement management plan</i> .	198

Anexo X. <i>Human resource management plan</i>	201
Anexo Y. <i>Roles and responsibilities</i> gerente de proyecto.	204
Anexo Z. Formato de registro de polémicas.	209
Anexo AA. Matriz de comunicaciones del proyecto.	210
Anexo BB. <i>Risk management plan</i>	211
Anexo CC. Matriz de riesgos, análisis y contingencia parte 1.	215
Anexo DD. <i>Procurement management plan</i>	221
Anexo EE. Cronograma de compras y adquisiciones primera parte	225
Anexo FF. Análisis PESTLE.	228
Anexo GG. Estrategias de sostenibilidad ambiental.	229
Anexo HH. Plan HSSE.	230
Anexo II. Acta de cierre del proyecto.	232
Anexo JJ. Formato de gestión de expectativas.	234
Anexo KK. Lista de chequeo realización de pruebas de simulación.	235
Anexo LL. Protocolo de pruebas SEIQ.	237
Anexo MM. Formato lista de asistencia a capacitaciones.	241

Resumen

La esterilización es uno de los procedimientos más importantes en hospitales y clínicas, no obstante, con cierta frecuencia se producen accidentes relacionados con el uso de instrumentos contaminados los cuales terminan en desenlaces fatales; en este sentido, el presente trabajo propone un plan de proyecto basado en el estándar PMI, para el diseño, implementación y puesta en servicio de un sistema de esterilización de instrumental quirúrgico que permita hacer un seguimiento automatizado a los procesos de esterilización¹; desde el punto de vista del desarrollo sostenible, el proyecto trae consigo beneficios de orden económico asociados a la disminución de gastos de operación o por demandas de accidentes médicos, ecológicos asociados al uso de energías limpias y control de bacterias nocivas para la salud y sociales asociados al control de enfermedades en la población², aportando de esta forma al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible número tres (3) y ocho (8) de la ONU.

¹ El sistema de esterilización de instrumental quirúrgico en adelante se abreviará SEIQ.

² El triángulo de sostenibilidad contempla la dimensión económica, ecológica y social.

1. Formulación

Para la formulación del trabajo de grado inicialmente se plantearon tres (3) ideas; la primera de ellas fue desarrollar e implementar una herramienta de simulación de autómatas celulares más eficiente en tiempo de ejecución y con interfaz gráfica intuitiva, la segunda el diseño de un sistema de esterilización de instrumental quirúrgico que emplee tecnología de punta y el tercero un plan para la implementación de norma ISO 9001:2015 en una Pyme.

Por lo anterior y avocados a tomar una decisión para dar inicio al desarrollo del trabajo de grado se optó por aplicar la técnica de *Scoring* descrita en el Anexo A de este documento; finalmente, los resultado permitieron determinar que la opción de elaborar un plan para el diseño e implementación de un sistema de esterilización de instrumentos quirúrgicos, es la que más se ajusta a las condiciones para el desarrollo del trabajo de grado.

1.1. Organización

En la ciudad de Bogotá D.C. tiene su sede la Clínica Agnés Verder la cual cuenta con una única sede ubicada en el norte de la ciudad en la cual se prestan los siguientes servicios de salud:

- Urgencias
- Hospitalización
- Servicios ambulatorios
- Apoyo diagnóstico
- Laboratorio Clínico
- Cirugía
- Unidad de cuidado intermedio
- Unidad de cuidados intensivos

1.1.1. descripción general

La Clínica Agnés Verder es una institución de carácter privada, creada en el año 1987 la cual en sus comienzos estuvo orientada a la prestación del servicio de consulta externa, aproximadamente cinco (5) años después comienza a prestar servicios de urgencias y de diferentes especialidades como cardiología y pediatría, lo que preciso la ampliación y modernización de su planta física, permitiendo así una rápida expansión en la prestación de sus servicios.

Para el año 2006, dada la complejidad para la atención médico-quirúrgica, la Clínica es categorizada en nivel IV por lo que pasado un año inaugura el centro de investigaciones para la realización de trasplantes, posicionándose como uno de los referentes del país en este tipo de procedimientos.

En la actualidad la Clínica ofrece sus servicios de urgencias a un promedio de 8.000 pacientes y lleva a cabo alrededor de 1.100 cirugías al mes, y cuenta con capacidad para alojar en el servicio de hospitalización a 250 personas.

1.1.2. direccionamiento estratégico

A continuación, se describe la filosofía organizacional de la clínica para la cual se desarrollará el proyecto:

- Objetivos estratégicos.

Los objetivos estratégicos de la clínica se basan en cuatro (4) ejes, así:

- Óptima atención: Garantizar el cumplimiento del modelo integral para la atención en salud, en pro de contribuir al mejoramiento de la salud de los pacientes.

- Crecimiento mediante el conocimiento: Desarrollar, fortalecer y potencializar las competencias del equipo médico y administrativo de la entidad en aras de cumplir con la misión y visión institucional.
- Mejoramiento institucional: Fomentar la cultura del mejoramiento continuo como garante de la adecuada prestación del servicio y por ende la satisfacción de los usuarios.
- Gestión Financiera: Lograr la sostenibilidad financiera de la institución mediante la transparente y eficiente administración de los recursos.
- Políticas institucionales.

Las políticas institucionales de la clínica son:

- Política de calidad: prestar servicios de salud altamente calificados poniendo en práctica los valores corporativos y el mejoramiento continuo para lograr la satisfacción del paciente y su familia.
- Política de responsabilidad social: Propender por la prestación del servicio de salud que contribuya al mejoramiento de la salud física y mental del paciente respetando su intimidad y su dignidad humana.
- Política de seguridad del paciente: Garantizar la atención segura en salud.
- Política de gestión del riesgo: adoptar las estrategias que se requieran para la administración del riesgo con el objetivo de mitigar su ocurrencia y minimizar al máximo su impacto en caso de llegar a presentarse.
- Política ambiental: Prevenir la contaminación ambiental a través del cumplimiento de lo establecido por el sistema de gestión ambiental integral.

- Política gestión de la tecnología: Garantizar que tanto los recursos tecnológicos como los dispositivos y equipos médicos, cumplan con las características de seguridad y así se minimice el riesgo asociado a la atención de pacientes.
- Misión, Visión y Valores.

La misión de la clínica es contribuir al logro de una buena salud y calidad de vida de la población, mediante la prestación de servicios de salud orientados a la práctica clínica integral centrada en el paciente y su familia brindando el mejor cuidado.

Por su parte la visión es: En el año 2021 seremos un referente a nivel de las clínicas del país por la prestación de servicios de salud de alta complejidad con estándares de calidad que contribuyan al mejoramiento de la salud y a la confiabilidad de sus procesos, brindando siempre una atención humanizada, con compromiso social y respetuosa del medio ambiente.

En cuanto a los valores corporativos adoptados por la Clínica se destacan los siguientes: honestidad, justicia, responsabilidad, solidaridad, respeto, ética, compromiso, vacación de servicio, mejoramiento continuo y la defensa del medio ambiente.

- Mapa estratégico

En la Figura 1 se muestra la estructura de procesos establecida por la Clínica; dado que el alcance del proyecto hace referencia a una mejora de producto, el mapa de procesos no cambia tras la ejecución de este.

- Cadena de valor de la organización.

La cadena de valor de la Figura 2 permite conocer las actividades que desarrolla la Clínica en el marco de los procesos misionales, de este modo es posible entender de forma más fácil, cual es el objetivo a la hora de analizar qué actividades le generan valor a la Clínica y por tanto en que se enfoca la planeación estratégica de la institución.

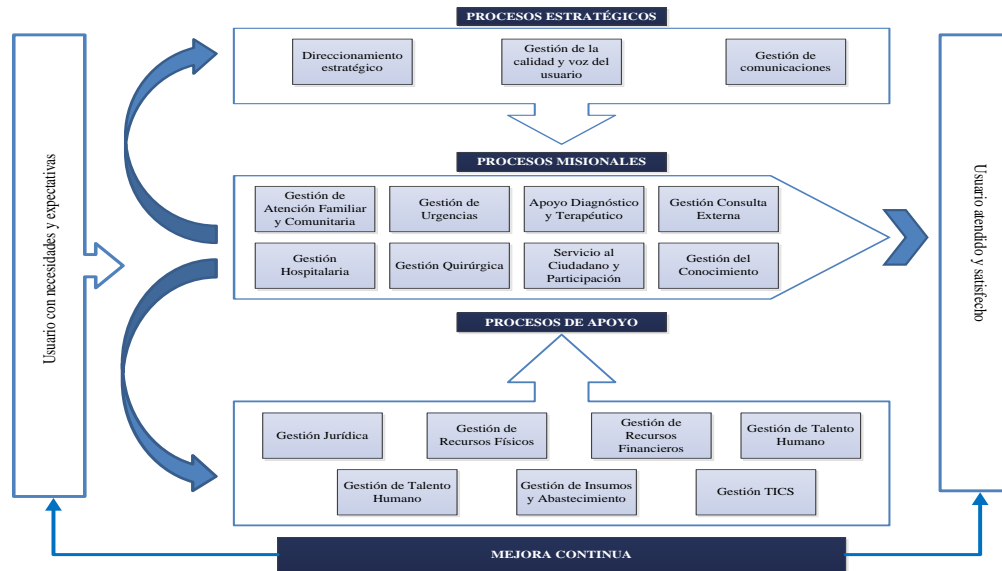


Figura 1. Mapa de procesos Clínica Agnés Verder

Fuente: Construcción del autor

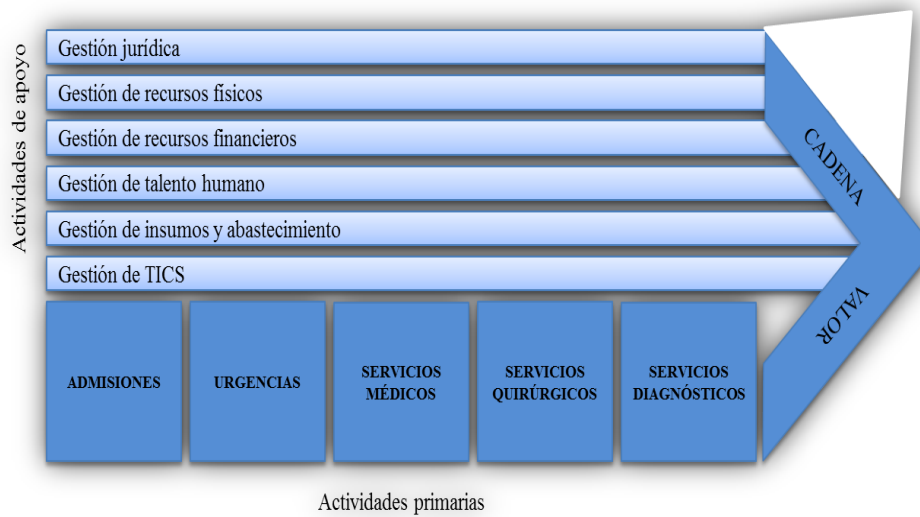


Figura 2. Cadena de valor Clínica Agnés Verder.

Fuente: Construcción del autor

- Estructura organizacional

La estructura organizacional de la clínica está compuesta por la junta directiva, la gerencia, dos (2) subgerencias y seis (6) oficinas, tal como se muestra en la Figura 3.

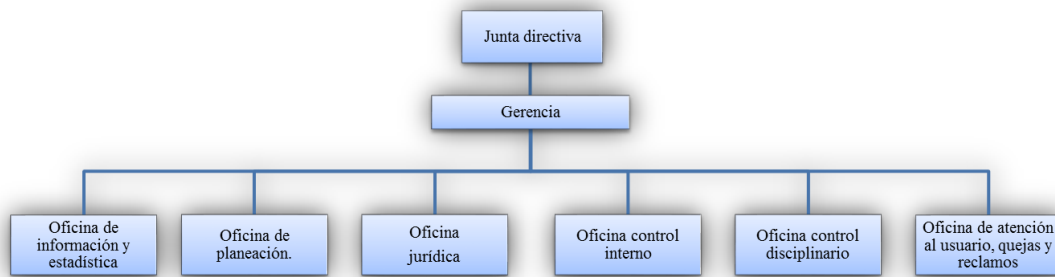


Figura 3. Organigrama Clínica Agnés Verder.

Fuente: Construcción del autor

1.2. Finalidad e impacto del proyecto

El proyecto se enmarca en lo que la Universidad Piloto de Colombia ha establecido como mejora de proceso, toda vez que los equipos para esterilización de instrumentos quirúrgicos existen, sin embargo, estos no cuentan con un sistema que permita registrar la trazabilidad del proceso ni genere reportes de auto diagnóstico lo cual es el objeto del proyecto.

1.2.1. problema o necesidad

Para abordar el problema o necesidad se precisa describir la situación actual, por lo que a continuación se presentan los antecedentes.

- Involucrados

Los involucrados hacen referencia a todas aquellas personas que intervienen de forma directa e indirecta en el desarrollo del proyecto, por lo que a continuación se hace una descripción de cada uno de ellos.

- Matriz involucrados

En la **Tabla 1** es posible observar el listado de los involucrados del proyecto, no obstante, en el capítulo 3, específicamente en la matriz de registro de involucrados del plan de involucrados, se realizará una descripción aún más detallada de su rol frente al proyecto.

Tabla 1. Identificación de involucrados

<i>STAKEHOLDERS</i>	
ROL GENERAL	STAKEHOLDERS
A: Sponsor	Director General de la Clínica
B: Gerente del Proyecto	<i>Project Manager</i>
C: Ingenieros Desarrolladores /equipo de proyecto	Ingeniero Electrónico
	Ingeniero Mecatrónico
D: Fabricantes Autoclaves	Compañía Walton
	Compañía Heidolph
E: Fabricantes circuitos electrónicos.	<i>Atmel Corporation</i>
	<i>Fairchild Semiconductors</i>
	<i>Raspberry Pi Foundation</i>
F: Fabricantes Software	Compañía Microsoft
	Compañía RETHAT
G: Fabricantes estructuras Mecánicas	Compañía INMEC CNC
	Compañía CILBRÁS Ltda.
H: Ente de regulación y control de Colombia	Ministerio de Salud
	Superintendencia de Salud
	Invima
I: Personal vinculado a la Clínica	Personal Administrativo
	Personal Médico
	Profesionales sanitarios
	Personal asistencial
	Pacientes/usuarios
J: Proveedores	Empresas que suministran materiales, herramientas y equipos

Fuente: Construcción del autor

- Matriz dependencia-influencia

Los involucrados pueden categorizarse por su nivel de dependencia e influencia en el desarrollo de un proyecto, de este modo es posible establecer las estrategias que permitan gestionar sus necesidades en pro de satisfacerlas, de allí que la Matriz dependencia-influencia de la Figura 4 permita identificar de forma sencilla en que grupo se encuentra cada uno de los involucrados.

- Matriz de temas y respuestas

La matriz de temas y respuestas se expone en la **Tabla 20** de este documento.

PODER SOBRE EL PROYECTO	ALTO	H: Ente de regulación y control de Colombia	A: <i>Sponsor</i> B: Gerente del Proyecto C: Ingeniero electrónico D: Ingeniero Mecatrónico.
	BAJO	D: Fabricantes Autoclaves E: Fabricantes circuitos electrónicos F: Fabricantes Software G: Fabricantes estructuras Mecánicas	J: Proveedores I: Personal sector salud
		BAJO	ALTO
		INTERÉS SOBRE EL PROYECTO	

Figura 4. Matriz dependencia – influencia.

Fuente: Construcción del autor

- Árbol de problemas – necesidades

En la Figura 5 se presenta el árbol de problemas, en el cual se detalla la necesidad que amerita el desarrollo del proyecto, así como las causas que lo originaron y los efectos generados.

- Descripción del problema

Entre los equipos industriales con los que cuentan las clínicas y hospitales se encuentran los de esterilización de instrumentos quirúrgicos, entre ellos las denominadas autoclaves las cuales cumplen su función mediante el empleo de calor húmedo; este vapor se constituye en un agente germicida dado que produce hidratación, coagulación e hidrólisis de las albúminas y proteínas de las bacterias (Ministerio de Salud., 1997).

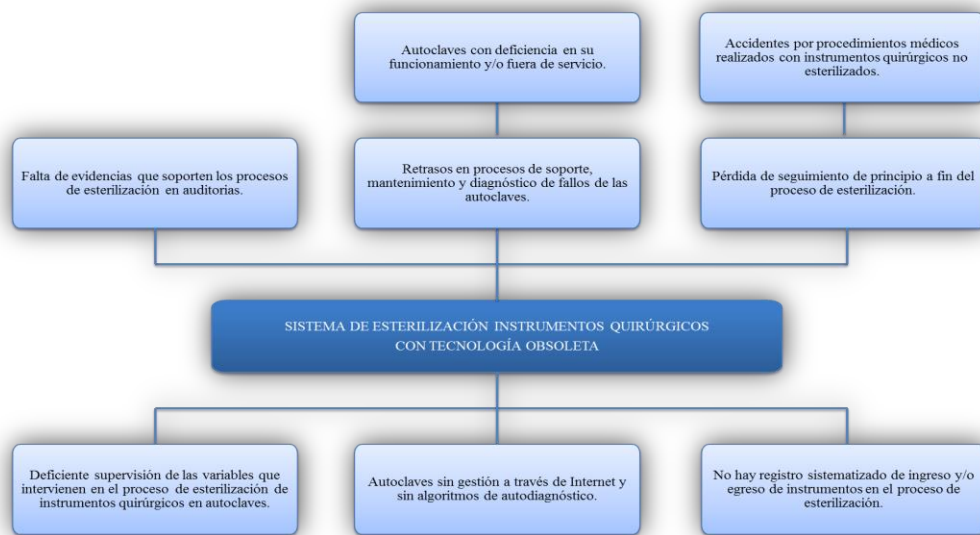


Figura 5. Árbol de problemas.

Fuente: Construcción del autor

Así, las autoclaves son un método muy reconocido por su eficacia en la esterilización del instrumental quirúrgico, desempeñando un preponderante papel en la prevención de eventos adversos o incidentes que se presentan durante los procedimientos quirúrgicos a causa del uso de instrumentos contaminados.

Sin embargo, en la actualidad estos equipos poseen una tecnología obsoleta lo que impide que el proceso de esterilización pueda ser monitoreado de forma sistematizada, generando así un menor control del proceso. Dicha falta de tecnología hace que el personal que esteriliza el instrumental quirúrgico deba llevar de forma manual el registro de los elementos esterilizados, lo que se constituye en un riesgo, dado que la omisión del control del proceso bien sea por error involuntario o voluntario puede desencadenar riesgos que, en el peor de los casos, derivaran en la muerte o afectación permanente o temporal de la salud de los pacientes.

De allí la necesidad de diseñar una autoclave capaz de monitorear el proceso de forma automática, de modo que el personal que interviene en el proceso pueda tener un control sistematizado que le permita conocer la trazabilidad del proceso, con el objetivo de que cada una

de las piezas del instrumental tenga un historial de esterilización y se puedan obtener los reportes necesarios que evidencien con total claridad el proceso de esterilización.

1.2.2. objetivos

Dado que se identificó un problema que puede ser resuelto mediante la ejecución de un proyecto, se plantean los objetivos derivados de la intervención del problema y los resultados esperados.

- **Árbol de Objetivos**

El diagrama de la Figura 6 muestra el objetivo general del proyecto, los factores mediante los cuales se espera alcanzar dicho objetivo y los resultados esperados.



Figura 6. Árbol de objetivos.

Fuente: Construcción del autor

- **Causa(s) a intervenir que generan el proyecto**

La clínica cuenta con autoclaves que, si bien cumplen de forma rigurosa con la labor de esterilizar los instrumentos quirúrgicos, no cuentan con la tecnología necesaria que permita controlar de forma detallada el proceso de esterilización, por ello la necesidad de llevar a cabo un

proyecto que permita planear el diseño y puesta en marcha de un sistema de esterilización de instrumentos quirúrgicos.

- Fin o propósito

El fin o propósito del proyecto es mitigar el riesgo de ocurrencia de incidentes asociados al uso de instrumentos quirúrgicos contaminados debido al insuficiente control del proceso de esterilización que se lleva a cabo mediante el uso de autoclave, de este modo el proyecto pretende poner a disposición de la clínica una autoclave que emplee tecnología de punta que permita automatizar el proceso.

- Requerimientos de la organización

Teniendo en cuenta que la clínica dispone de espacios previamente delimitados para el proceso de esterilización, requiere que la autoclave tenga unas medidas determinadas y que cumpla a cabalidad con el protocolo de esterilización. Adicional a lo anterior requiere que la autoclave almacene información necesaria para evidenciar la trazabilidad del proceso de esterilización y que permita acceder desde internet para obtener información sobre el estado del equipo.

1.2.3. alternativas de solución

La problemática identificada al interior de la clínica puede solucionarse mediante diversas alternativas, no obstante, y a fin de realizar un análisis que permita seleccionar la mejor de ellas, se eligieron dos (2) opciones las cuales se describen a continuación.

- Identificación y descripción de alternativas de solución

Las alternativas de solución están enfocadas en la automatización del equipo de esterilización; es decir la autoclave, de modo que en las siguientes líneas se describen cada una de ellas:

- Opción tecnológica No. 1

Plataforma software: la plataforma software de esta alternativa es una solución basada en GNU/LINUX, el cual es un sistema operativo gratuito y de libre distribución inspirado en el sistema Unix, escrito por Linux Torvalds con la ayuda de miles de programadores en Internet (García de Jalón, Aguinaga, & Mora, 2000). En este caso se utilizará una distribución³ adecuada para la plataforma de hardware RASPBERRY PI⁴ entre las cuales están RASPBIAN, FEDORA, ARCH LINUX, KANO OS, WINDOWS IOT CORE, OSMC, OPENELEC, PI MUSICBOX, RETROPIE, entre otras (Genbeta, 2016). A nivel de aplicaciones están pueden ser desarrolladas mediante lenguaje de programación Java⁵, bajo el entorno de desarrollo integrado (IDE) libre llamado NETBEANS y a nivel de bases de datos los desarrollos pueden hacerse con el motor de bases de datos MYSQL.

Plataforma hardware: la plataforma hardware de esta alternativa es una solución compuesta por dos partes, las cuales son el módulo de procesamiento y el módulo de automatización; el módulo de procesamiento está constituido por un servidor central denominado RASPBERRY PI 3 MODEL B que tiene las siguientes características (RASPBERRY PI, s.f.):

- Procesador Quad Core 1,2 GHz Broadcom BCM2837 64 bit CPU
- Memoria 1GB RAM
- Interfaz inalámbrica de red BCM43438 y Bluetooth Low Energy (BLE)
- 40 pines entrada/salida propósito general
- Cuatro (4) módulos USB de dos (2) puertos

³ Una distribución es un agrupamiento del núcleo del sistema operativo Linux (la parte desarrollada por Linux Torvalds) y otra serie de aplicaciones de uso general o no tan general.

⁴ Para más información visitar la web <https://www.raspberrypi.org/>

⁵ Un lenguaje de programación es un lenguaje que utiliza palabras especialmente definidas, gramática y puntuación que una computadora entiende.

- Cuatro (4) salidas de audio y video compuesto
- Puerto HDMI, Puerto de cámara RASPBERRY PI
- Puerto DSI para conexión de *display touch*
- Puerto de memoria Micro SD para almacenamiento

El módulo de automatización está constituido por una solución basada en microcontroladores Atmel MCU 08:32 bits AVR® y sistemas embebidos los cuales ofrecen una combinación única de rendimiento, la eficiencia en el uso de energía y flexibilidad de diseño (Atmel, 2016). Esta solución soportará todos los puertos de comunicación necesarios para la comunicación con los dispositivos periféricos.

Estructura mecánica: la estructura mecánica está compuesta por una cámara de aumento de presión por temperatura hecha de acero inoxidable, con ductos controlados por válvulas electromecánicas, válvulas de emergencia, testigos visuales y de medición de presión y temperatura.

- Opción tecnológica No. 2

Plataforma software: la plataforma software de esta alternativa es una solución basada en el sistema operativo Windows 10 Lote Core, uno de los más usados alrededor del mundo (Microsoft, 2017) y por su uso está sujeto al pago de licencias. A nivel de aplicaciones, estas pueden ser desarrolladas mediante lenguaje de programación Visual Basic.NET y a nivel de bases de datos los desarrollos pueden hacerse con el motor de bases de datos SQL los cuales son de uso gratuito, aunque limitado.

Plataforma hardware: la plataforma hardware de esta alternativa es una solución compuesta por dos partes, las cuales son el módulo de procesamiento y el módulo de automatización; el módulo de procesamiento está constituido por un servidor central denominado RASPBERRY PI 3 MODEL B, el cual fue descrito anteriormente. El módulo de automatización está constituido

por una solución basada en controladores lógicos programables PLC, con módulos de control y comunicación para los diferentes dispositivos periféricos que constituyen el sistema.

Estructura mecánica: la estructura mecánica está compuesta por una cámara de aumento de presión por temperatura hecha de acero inoxidable, la cual mediante una motobomba generará un vacío en su interior, posibilitando la esterilización de elementos quirúrgicos por el método de vacío. Igualmente posee ductos controlados por válvulas electromecánicas, válvulas de emergencia, testigos visuales y de medición de presión y temperatura.

- Análisis de alternativas (social – tecnológico – económico)

Las alternativas de solución descritas fueron seleccionadas con el fin de utilizar la tecnología de hardware y software disponible actualmente en el país y básicamente las dos opciones incluyen el uso de software libre y licenciado (Linux-Windows) que es dominado por gran parte de los ingenieros electrónicos y de sistemas. En lo que se refiere a las aplicaciones y bases de datos, se contemplan entornos de desarrollo cuyas licencias son libres (MySQL-Java) y con costo (Visual Basic .NET-SQL).

Desde el punto de vista social, las dos alternativas cumplen con el objetivo principal del proyecto, aunque evidentemente si se opta por la alternativa número 2, el proyecto sería más costoso dado el licenciamiento de software y el costo promedio de los dispositivos lógicos programables y sus módulos.

- Selección de alternativa (aplicación método multicriterio)

Para la selección de la alternativa se optó por aplicar el método AHP, así se eligieron tres (3) criterios para ser evaluados los cuales son: precio hardware no limitado, software masivo y tamaño del equipo, de este modo luego de realizado el análisis que se describe de forma detallada

en el Anexo B, se determinó que la opción No. 1 obtuvo mayor calificación que la opción No. 2, por lo cual es la alternativa seleccionada para el desarrollo del proyecto.

1.2.4. planteamiento inicial del proyecto

Para hacer el planteamiento inicial del proyecto es importante tener un referente teórico sobre los temas a abordar en el desarrollo de este, por lo tanto, a continuación se presenta el marco teórico que sustenta el planteamiento del proyecto.

- Marco conceptual referencial

En los siguientes párrafos se detallan algunos de los conceptos de mayor relevancia en el desarrollo del proyecto:

- instrumental quirúrgico

El desarrollo de la medicina y sus diferentes especialidades ha derivado en el auge de procedimientos quirúrgicos para curar enfermedades, corregir mal formaciones y cambiar la apariencia física de las personas; estos procedimientos requieren además de personal especializado una determinada infraestructura física, equipos médicos de última tecnología e instrumental quirúrgico.

El instrumental quirúrgico es el conjunto de elementos utilizados en los procedimientos quirúrgicos. Son utensilios costosos y muy sofisticados. Por ello su cuidado debe ser meticuloso y estar estandarizado; deben someterse al proceso de descontaminación, limpieza y esterilización (O, Y, C, & E, 2014)

La fabricación de instrumentos quirúrgicos comprende materiales tales como titanio, vitalio u otros metales, pero la gran mayoría están fabricados (O, Y, C, & E, 2014) en acero inoxidable. Las aleaciones utilizadas deben tener propiedades específicas para hacerlos resistentes a la

corrosión cuando se exponen a sangre y líquidos corporales, soluciones de limpieza, esterilización y a la atmósfera (O, Y, C, & E, 2014)

Según su composición el instrumental quirúrgico se puede clasificar en aquellos que son hechos de acero inoxidable, el cual es una aleación de hierro, cromo y carbón; también puede contener níquel, manganeso, silicón, molibdeno, azufre y otros elementos con el fin de prevenir la corrosión o añadir fuerza de tensión. Otros instrumentales están hechos de técnica llamada blindado de destello con metales como cromo, níquel, cadmio, plata y cobre, colocando un terminado brillante sobre una pieza forjada básica o montaje de una aleación de hierro volviéndolo resistente a la rotura o quebradura espontánea (O, Y, C, & E, 2014).

- proceso de esterilización

El éxito de las intervenciones quirúrgicas depende en gran parte de las medidas que sean adoptadas para reducir la contaminación de las salas de cirugía. Uno de los requisitos más importantes para prevenir la contaminación en estos lugares es la esterilización.

El proceso de esterilización permite la eliminación de microbios y esporas alojados en un objeto. El grado de esterilidad de un objeto es difícil de definir a priori, dado que no existe una escala apropiada para esto; en lugar de ello, la farmacopea europea y americana han definido un límite máximo de riesgo de no esterilidad (R), donde un valor entre 10 y 6 se interpreta como la probabilidad de encontrar un objeto no estéril entre un millón de objetos esterilizados (Serra Zamora, 2013).

La esterilización requiere regularmente una estructura física denominada Central de Esterilización CE. Según el MANUAL DE BIOSEGURIDAD Y ESTERILIZACIÓN escrito al interior de la facultad de odontología de la Universidad Nacional de Colombia, entre los requisitos que debe cumplir este lugar están:

“contar con agua destilada o desmineralizada permanentemente que será usada tanto para la limpieza como para alimentar las autoclaves de vapor; los pisos y paredes deben ser de materiales lavables, que no desprendan fibras ni partículas; los techos deberán ser contruidos de manera que no queden ángulos expuestos y presenten una superficie única (ángulos sanitarios) para evitar la condensación de humedad, polvo u otras posibles causas de contaminación.

No se permitirá la instalación de ventiladores en la CE, pues generan gran turbulencia de polvo en el aire y también microorganismos que se proyectan desde el piso a las mesas de trabajo. Es deseable que el ambiente mantenga una temperatura estable entre 18°C y 25°C, una humedad relativa ambiente de 35-50%. Mayor temperatura y humedad favorecen el crecimiento microbiano, y por debajo de los niveles recomendados, pueden quedar afectados determinados parámetros de la esterilización, como la penetración del agente esterilizante” (Universidad Nacional de Colombia, 2012).

La central de esterilización cuenta con secciones definidas para cada paso en el proceso de esterilización. Algunas de estas zonas son: la sección de acondicionamiento, empaquetamiento, preparación y esterilización, sección de almacenado del material estéril, sección administrativa y un área de apoyo (Universidad Nacional de Colombia, 2012).

A nivel de empaques para la esterilización de instrumental quirúrgico, se identifican los empaques tipo sobre, rectangular, bolsas de papel y pouch o papel ventana. El tamaño de los paquetes no debe ser mayor de 28 x 28 x 47 cm con un peso entre 4 kg a 5 kg. Al final deben tener un sellado hermético para mantener la condición estéril una vez el instrumental ha salido del proceso (Universidad Nacional de Colombia, 2012).

Uno de los medios más comunes para esterilizar es el método de calor húmedo en el cual, el vapor actúa como agente germicida dado que produce hidratación, coagulación e hidrólisis de las albúminas y proteínas bacterianas; respecto a la tecnología usada para este método existen equipos denominados autoclaves, las cuales permiten la esterilización de material reutilizable y potencialmente contaminado que vaya a ser eliminado (Universidad Nacional de Colombia, 2012).

- autoclaves

Una autoclave es un instrumento metálico, de paredes gruesas y resistentes con cierre hermético, que permite trabajar con vapor de agua a alta presión y alta temperatura y sirve para esterilizar material médico o de laboratorio. Este equipo elimina toda clase de bacterias, aunque se ha demostrado que microorganismos como los pirones pueden llegar a soportar las altas temperaturas de autoclaves que llegan a ser de 150°C (Serra Zamora, 2013).

Una autoclave está compuesta básicamente por una cámara de presión la cual es un cilindro con un cierre hermético que puede soportar una presión que varía entre 20 PSI y 32 PSI, un sistema eléctrico el cual calienta el tanque mediante una resistencia de alta potencia (generalmente 100 vatios), un sistema central para controlar todos los procesos del equipo y una serie de testigos visuales como indicadores lumínicos y de medición.

Existen algunos controles de calidad para el proceso de esterilización, como son: el control manual, que se lleva a cabo por medio de papel registrador o manómetro; el control químico, que se realiza por medio de una cinta indicadora y el control biológico, que se realiza con esporas del *Geobacilo Stearothermophilus* que son las más resistente al calor (Serra Zamora, 2013).

La eficiencia de la esterilización con vapor está relacionada con la rapidez y la eficacia con que se remueve el aire de la cámara. Con el fin de detectar fallos en la remoción del aire dentro de la cámara apareció el test de Bowie-Dick. El aire atrapado dentro de la cámara del

esterilizador es uno de los problemas más serios en el proceso de esterilización. Las fluctuaciones de la temperatura dentro de la cámara son frecuentemente signos de que el aire ha sido removido en forma incompleta (Serra Zamora, 2013).

Dado lo anterior, es de alta importancia que el vapor se forme a partir de agua limpia, filtrada y libre de sustancias contaminantes; este vapor debe ser puro “la presencia de agua en forma líquida sea muy baja, esto se considera cuando es menor al 3%.” (Serra Zamora, 2013).

De allí que, en el interior de la autoclave, es importante que el vapor esté en contacto con el material a esterilizar y que desplace el aire presente inicialmente en el interior y lo sustituya por vapor (Serra Zamora, 2013).

- etapas de esterilización

En el proceso de esterilización con vapor de agua saturado exento de aire, se pueden distinguir diferentes fases la cuales son muy importantes en la consecución del proceso. Algunas de estas fases son (Serra Zamora, 2013).

- calentamiento de cámara de presión

En esta fase se cierra la cámara de presión la cual debe contener agua en su interior o en su defecto abrir automáticamente una válvula para el descenso del agua al tanque.

- purgas de aire

Estas purgas se hacen con el objetivo de eliminar el aire contenido en la cámara de presión y reemplazarlo por vapor de agua saturado. Esta fase se hace con una serie de aumento y disminución de presión (Serra Zamora, 2013).

- esterilización

Esta fase requiere que la autoclave haya alcanzado un nivel de presión y temperatura máxima las cuales se mantienen por un periodo de tiempo definido por el usuario.

- evacuación de vapor

En esta fase se acciona una válvula electromecánica para liberar el vapor a alta presión que se encuentra en el interior.

- secado de cámara

Esta es la fase final del proceso y consiste en eliminar por calor la humedad presente en el instrumental quirúrgico esterilizado.

- EDP *high level* – Estructura de Desagregación del Producto

La estructura de desagregación del producto permite observar las categorías que contempla el desarrollo del mismo, de modo que se identifiquen los aspectos más relevantes del producto. La EDP del proyecto que se plantea desarrollar se muestra en la Figura 7.

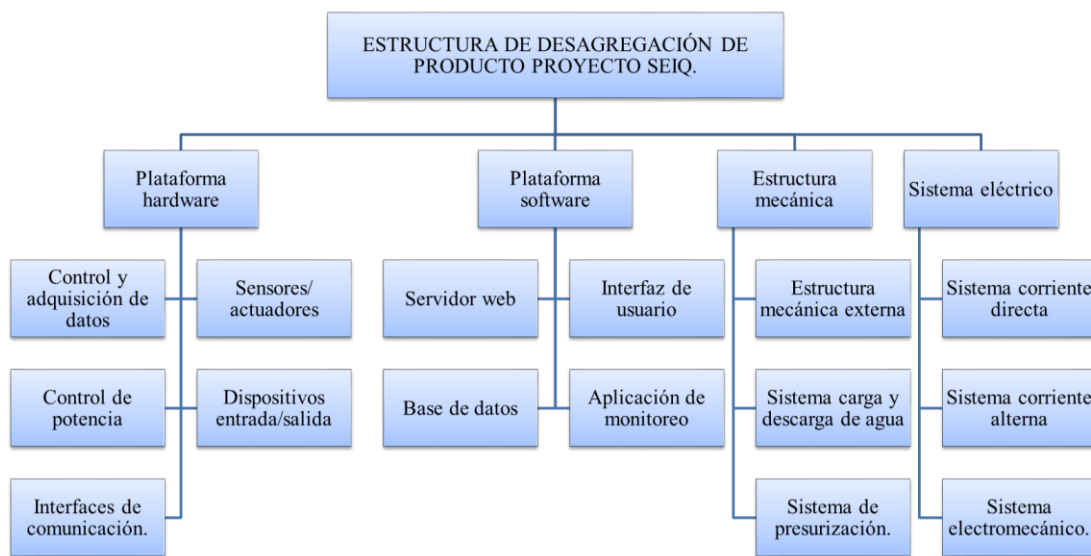


Figura 7. EDP *high level* - Estructura de Desagregación del Producto

Fuente: Construcción del autor

- EDT *high level* – Estructura de Desagregación del Trabajo

La estructura de desagregación del trabajo a *high level* que puede observarse en la Figura 8 se constituye en la representación de los entregables y los paquetes de trabajo a desarrollar en el marco del proyecto.

1.3. Marco metodológico para realizar trabajo de grado

A continuación se describen los aspectos metodológicos a emplear para el desarrollo del proyecto.

- Carácter investigativo (tipos y método de investigación)

El proyecto aplica el método de investigación cualitativa, específicamente la investigación-acción, cuya finalidad es la de aportar información para la toma de decisiones referentes a programas, reformas estructurales y procesos, de modo que a partir del análisis de una problemática se establece un plan que permita resolverlo y una vez se implemente dicho plan se evalúan los resultados obtenidos durante el proceso (Sandín, 2003).

- Herramientas para la recolección de información.

La investigación-acción utiliza diferentes herramientas para la recolección de datos, entre ellas las encuesta, la observación, la revisión de documentos y los *focus group* (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2006), en este sentido en el desarrollo del proyecto se empleará la encuesta y la revisión de documentos.

- Fuentes de información.

Entre las fuentes de información a emplear, están las primarias y secundarias, a saber: los manuales tanto de procedimientos establecidos por la clínica como de operación de un equipo de esterilización y las personas que intervienen en el proceso de esterilización, las cuales serán encuestadas aplicando el formato descrito en el Anexo C; el análisis de los resultados obtenidos se registrará en el formato de resultados del Anexo D.

- Supuestos y restricciones para el desarrollo del trabajo de grado.

Para el desarrollo del trabajo de grado se consideran los siguientes supuestos:

- El trabajo se constituirá en un primer paso para la conformación de un posible emprendimiento, toda vez que el producto puede diseñarse de forma masiva y ponerse a disposición del mercado.



Figura 8. EDT high level - Estructura de Desagregación del Trabajo.

Fuente: Construcción del autor

- El trabajo de grado contribuirá a solucionar un problema que tiene tinte social, dado que evitar riesgos asociados al uso de instrumental quirúrgico no solo beneficia a las entidades de salud sino a la población en general.
- El trabajo de grado está sujeto a modificaciones respecto a su contenido, toda vez que cada materia que se desarrolla durante la especialización aporta elementos importantes para estructurar el trabajo.

Por su parte se han considerado las siguientes restricciones:

- Los docentes no aporten el conocimiento necesario para poder desarrollar cada uno de los temas que contemple la elaboración del presente trabajo.
- No se disponga en clase del tiempo necesario para el desarrollo de actividades que contribuyan a la estructuración del trabajo de grado.
- Contribución e impacto social trabajo de grado

Con relación a la contribución e impacto social del trabajo a continuación se describe de forma detallada.

- Contribución a los “Objetivos de Desarrollo Sostenible”

En muchas de las entidades del sector salud, tales como: hospitales y clínicas no existe un sistema de esterilización de instrumentos quirúrgicos sistematizado que permita hacer seguimiento al proceso de esterilización; por tanto, este proyecto pretende solventar esta necesidad, lo que puede contribuir al objetivo de desarrollo sostenible número 3 el cual busca “garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades” (Organización de las Naciones Unidas, 2017), en la medida que garantiza que los instrumentos quirúrgicos usados en procedimientos médicos estén correctamente esterilizados, evitando así posible afectaciones a la salud de los pacientes.

- Contribución a las líneas de investigación de la UPC

Este trabajo contribuye a la línea de investigación denominada mejora de proceso, ya que aplica los conceptos fundamentales del diseño de software, diseño de hardware y diseño mecánico aplicable como una solución tecnológica para mejorar el funcionamiento de una máquina ya existente.

- Población objeto

La población objeto son los pacientes y empleados de la clínica para la cual se desarrollará el proyecto.

- Naturaleza del producto del proyecto

La naturaleza del producto del proyecto es la tecnología como medio para mejorar los servicios de salud de la clínica para la cual se desarrollará el proyecto.

- Contexto geográfico

El contexto geográfico comprende una clínica ubicada en la ciudad de Bogotá D.C, específicamente al norte.

- Tipo de impacto

El proyecto tiene un impacto social ya que va a hacer más seguros los procedimientos quirúrgicos de la clínica, lo cual impacta directamente en la salud de la población a la cual presta sus servicios.

- Acciones de socialización

La socialización de este proyecto se realizará mediante exposición a los jurados que nombre la universidad para evaluar el trabajo, así mismo mediante la divulgación del trabajo en mención a través de la biblioteca de la Universidad Piloto de Colombia.

- Acciones de transferencia

El trabajo de grado se pondrá a disposición de toda la comunidad académica para su consulta; igualmente se resolverán inquietudes de los interesados en contribuir a este proyecto.

2. Estudios y evaluaciones

A continuación se presentan los estudios y evaluaciones efectuadas que sustentan la realización del proyecto.

2.1. Estudio de Mercado

El estudio del mercado comprende aspectos importantes tales como la población a la cual va dirigido el proyecto, el dimensionamiento de la demanda y la oferta, la competencia y sus precios, así como el punto de equilibrio respecto a la relación costo beneficio.

- **Población**

La clínica está ubicada en la localidad Usaquén, que según cifras presentadas por la Secretaría del Hábitat para el año 2018 tiene una población de 475.275 personas (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. Secretaría del Hábitat, 2018), las cuales pueden ser usuarias potenciales de los servicios ofertados por la clínica; por su parte según los informes de gestión de la clínica en lo corrido de 2018 mensualmente se atienden en promedio 12.000 pacientes en el servicio de urgencias, 1.800 pacientes en servicio de hospitalización y 1.400 pacientes en servicio de cirugía, es decir la clínica atiende aproximadamente a 15.200 pacientes mensualmente los cuales se constituyen en la mayor parte de la población beneficiaria del desarrollo del proyecto.

De otro lado se encuentra la población beneficiaria del proyecto correspondiente a directivos y empleados de la clínica, que suman un total de 2.014 personas de las cuales el 40% son personal médico y asistencial.

De este modo, la mejora de proceso con la implementación del proyecto supone tanto una ventaja para la clínica, al optimizar sus procesos internos y hacer más riguroso el control del proceso de esterilización, como un beneficio para la población que hace uso de los servicios

ofrecidos por esta, al disminuir el riesgo de incidentes asociados a la contaminación por el empleo de instrumental quirúrgico contaminado.

- Dimensionamiento de la demanda

El desarrollo del proyecto se sustenta en la necesidad de la clínica de evitar las denominadas Infecciones Nosocomiales (en adelante IN) que son aquellas que contrae el paciente internado por una causa distinta a dicha infección (Ducel, Fabry, & Nicolle, 2003) y de las cuales se ha establecido que una de las fuentes de contaminación es la exógena que contemplan entre otros factores la utilización de instrumental quirúrgico contaminado, lo que han generado brotes de Infecciones en Sitio Quirúrgico (ISQ) (Aguilar López & Obando Navas, 2013).

Tan es así, que en conferencia realizada en el 2017 con el auspicio de la Organización Panamericana de la Salud y la Organización Mundial de la Salud se pone de manifiesto que en los Estados Unidos anualmente se presentan entre 160.000 y 300.000 ISQ las cuales representan un riesgo de mortalidad de entre 2 y 11 veces mayor con relación a aquellos pacientes que no sufrieron infecciones y de los pacientes que presentaron ISQ el 77% de estos pierden la vida a causa de ello (Gnass, 2017).

Por su parte la clínica también se ha visto avocada a reforzar el control del proceso de esterilización dado que en la actualidad este se realiza de forma manual, lo que representa un riesgo teniendo en cuenta que pueden ocurrir errores humanos asociados al control del material objeto de esterilización, lo que tendría como consecuencia el deterioro en la calidad de vida y hasta la muerte de los pacientes y por ende esto impactaría de forma negativa la imagen corporativa de la clínica, así como en las finanzas de la misma por ocasión de las millonarias demandas a que hubiese lugar.

- Dimensionamiento oferta

Lo descrito en el dimensionamiento de la demanda incide directamente en el dimensionamiento de la oferta, toda vez que, en cumplimiento de la normativa colombiana, específicamente la resolución 2183 del 09 de julio de 2004 expedida por el Ministerio de la Protección Social, los prestadores de servicio de salud deben adoptar el manual de buenas prácticas de esterilización, para lo cual es indispensable que dichas entidades cuenten con los equipos adecuados para tal fin.

- Competencia – Precios

Las autoclaves son equipos que están constituidos generalmente por un depósito de agua (destilada), una cámara de presión y temperatura, un sistema de desagüe para evacuar o ingresar el agua del depósito al tanque y un medio para generar cambios de presión en el aire circundante y estas pueden clasificarse, dependiendo del medio para generar cambios de presión, en dos tipos: autoclaves por gravedad, que generan desplazamiento de aire por gravedad y autoclaves de pre-vacío que extraen el aire y generan un vacío en la cámara de presión.

Actualmente se cuenta con una gran variedad de oferta de estos equipos, los cuales se pueden encontrar tanto de tecnología semiautomática (analógicos) como de tecnología digital; estos últimos agregan funciones adicionales a los usuarios tales como secado a puerta cerrada por flujo de aire, impresoras de ticket, alarmas y ciclos de programación de esterilización variables entre otros. La última generación de equipos de tecnología digital desarrollados para laboratorios especializados, traen consigo los beneficios de la conectividad a redes LAN (alámbrico-inalámbrico), permitiendo conectar hasta 8 equipos a un software central para monitoreo, en una arquitectura cliente servidor (Tuttnauer©, 2018).

Uno de los fabricantes mundiales más grandes de autoclaves es la compañía Tuttnauer, la cual lleva desde 1925 en la fabricación de equipos para esterilización en hospitales, clínicas, universidades y centros de investigación. Otros fabricantes importantes son las compañías Panasonic Health Care, Priorclave y Raypa, las cuales fabrican Autoclaves de gran tamaño para procesos industriales. Desde el punto de vista del precio, los modelos de mesa más pequeños marca Tuttnauer, referencia EZ10 de 23 litros cuestan alrededor de 7.200 dólares americanos fuera de gastos de envío e impuestos, mientras los modelos más grandes de 160 litros cuestan alrededor de 37.000 dólares americanos (Medsources-SW, 2018).

El sistema de esterilización propuesto en este plan se acerca más al modelo 3840-EL del fabricante Tuttnauer, el cual tiene una capacidad máxima de 52 litros (Volumen de la cámara) y cuenta con un software que permite la transmisión de datos de hasta 8 equipos vía Ethernet a un computador de la misma LAN; este equipo cuesta actualmente alrededor de 13.500 dólares americanos fuera de gastos de envío e impuestos, lo cual equivalen a 40 millones de pesos colombianos aproximadamente (Integra Bioprocessing, Inc, 2018).

En el mercado colombiano se pueden encontrar varias compañías dedicadas a la fabricación de autoclaves entre las cuales están las empresas Aravelleserclinic S.A.S, Equitecnos y Diseño Electrónico, las cuales se dedican a la fabricación de autoclaves automáticas y manuales de diferentes tipos. En cuanto al costo, se pueden encontrar equipos de 12 litros a un precio promedio de 5 millones de pesos colombianos, sin embargo, los equipos del fabricante Tuttnauer siguen siendo los más reconocidos en el mercado y los más costosos.

- Punto equilibrio oferta – demanda

Las autoclaves han sido de gran importancia en procesos de esterilización, sin embargo, tienen muchas limitaciones en cuanto al registro automático de eventos de la operación diaria de

una plataforma sistematizada, conexión a internet y almacenamiento de información para reportes históricos.

Las limitaciones mencionadas anteriormente, no afectan el proceso de esterilización en entidades del sector salud, ya que además de las autoclaves cuentan con un procedimiento definido para tal fin y personal calificado; No obstante, si tales limitaciones son superadas por una nueva tecnología, se tendrían los siguientes beneficios:

- Aumento en la confiabilidad del proceso de esterilización, dado que, al contar con un sistema de registro automático de eventos de la operación diaria en una plataforma sistematizada, se tendría más control sobre el instrumental esterilizado, previniendo posibles errores en procedimientos médicos por contaminación de instrumental quirúrgico.
- Ahorro en reducción del personal asociado al proceso de esterilización, dado que un registro de eventos automatizado hace más eficiente el proceso en cuanto a control de información y generación de reportes, lo cual implica prescindir del personal encargado de estas labores o reestructurar el equipo de trabajo.
- Conexión a internet para gestión remota del sistema de esterilización, principalmente para consulta y transmisión de información desde y hacia otras sedes, monitoreo del equipo en tiempo real y diagnósticos de fallos eventuales.
- El contar con un sistema de registro automatizado de la operación diaria es muy importante, dado que aparte de aumentar la confiabilidad del proceso de esterilización, contribuye a la reducción de muertes accidentales por material contaminado.

Cabe señalar que la relación costo beneficio de la puesta en marcha del proyecto no está sustentada solo en términos cuantitativos, beneficio financieros, sino en términos cualitativos, beneficio social (Ortegón, Pacheco, & Roura, 2005); de este modo la inversión que realizará la clínica en el desarrollo del proyecto se verá recompensada en la medida que propenderá por el

cuidado de los pacientes a los que presta sus servicios, en términos de calidad en la medida en que se implementará un mecanismo de control automatizado del proceso de esterilización del instrumental quirúrgico y finalmente destacándose como una institución pionera en el desarrollo de un sistema de esterilización mejorado.

El punto de equilibrio entre oferta y demanda en lineamientos generales dicta cuantas unidades se deben producir y a qué precio se deben vender para que exista un equilibrio entre estos dos conceptos; dado que el alcance del proyecto es el mejoramiento de un sistema existente, este aspecto no requiere cumplimiento.

2.2. Estudio Técnico

El estudio técnico permite describir las características técnicas del producto que se obtendrá a través del desarrollo del proyecto, por lo que a continuación se presenta el diseño conceptual y las características técnicas del sistema de esterilización de instrumentos quirúrgicos.

2.2.1. diseño conceptual del proceso o bien/producto o resultado

En cuanto al diseño conceptual del proyecto se destaca lo siguiente:

- Proceso o bien/producto o resultado que se desea obtener o mejorar con el desarrollo del proyecto (situación futura)

El sistema de esterilización de instrumentos quirúrgicos producto del desarrollo del proyecto toma como referencia los equipos denominados autoclaves e incorpora funcionalidades más avanzadas a nivel de software, plataforma de cómputo y hardware. A continuación se describe las diferentes características del sistema en cuanto a seis (6) aspectos claves:

- Plataforma de cómputo: El SEIQ propuesto en el presente documento tendrá un servidor central en el cual se almacenarán las diferentes aplicaciones que constituyen el sistema; su

sistema operativo estará basado en software libre, se encontrará ubicado en la parte interna del SEIQ y contará con puertos de red, video y transferencia de datos.

- Conectividad: El SEIQ contará con puerto de comunicación Ethernet, el cual permitirá conectarse a una determinada red; igualmente, el equipo podrá ser gestionado localmente mediante navegador Web conectado a la misma red LAN o remotamente mediante una red WAN⁶.
- Software: A nivel de software, el SEIQ contará con un entorno web que podrá accederse vía navegador web desde cualquier host ubicado en la misma red LAN o desde otra red mediante una conexión WAN⁷. El SEIQ contará igualmente con una base de datos donde se almacenarán los registros de los procesos de esterilización y una aplicación para el monitoreo de variables en tiempo real y generación de reportes. En cuanto a seguridad en autenticación, se definirán usuarios de consulta y usuarios administradores; estos últimos a diferencia de los primeros podrán acceder y cambiar la configuración del sistema, asignar usuarios, realizar operaciones de escritura y lectura de bases de datos.
- Hardware: El SEIQ contará con un control de potencia tipo PID⁸, para controlar inteligentemente el aumento de presión en el interior de la cámara de esterilización; Igualmente, el sistema contará con un microprocesador que controla todos los procesos de esterilización, dispositivos de visualización de datos, indicadores lumínicos, conexión a impresoras, botones para la operación manual, sensor de presión, temperatura y a nivel de agua, resistencia de 1.500 watt para el calentamiento y secado de la cámara de esterilización.

⁶ Para la conexión del SEIQ a una red WAN, deberá contactarse el proveedor de servicio de internet de la entidad, para realizar la respectiva publicación del servicio.

⁷ La conexión WAN no hace parte del alcance del proyecto.

⁸ PID son las siglas para proporcional integral y derivativo.

- Mecánico: El SEIQ estará conformado por una estructura física en forma de caja con dimensiones de 800 mm de ancho, 800 mm de profundo, y 600 mm de alto y una cámara de esterilización en forma cilíndrica con volumen de 52 litros y tolerancia hasta 50 PSI. En su interior debe estar compuesto por dos válvulas electromecánicas para ingreso de agua y extracción de aire respectivamente, una válvula de emergencia por presión y un tanque para almacenar el agua utilizada en el proceso de esterilización.
- Eléctrico: El SEIQ funcionará con un nivel de voltaje de 120 voltios en corriente alterna, tendrá protección contra sobrecargas y sobretensiones.

Las anteriores características se pueden encontrar resumidamente en la documentación de requisitos del Anexo E de este documento.

- Definición de las características técnicas y de aprovechamiento

Las características técnicas y de aprovechamiento del proyecto se describen a continuación:

- Localización y tamaño

El proyecto se realizará en la ciudad de Bogotá, en las instalaciones de la clínica Agnés Verde, donde desarrollará sus labores el equipo del proyecto; En la **Tabla 2** se listan las características generales del mismo:

Tabla 2. EDT high level - Estructura de Desagregación del Trabajo.

Características generales del proyecto	
Equipo de trabajo	Conformado por dos ingenieros y un gerente de proyecto.
Presupuesto	70,950 millones de pesos colombianos
Tiempo	119 días con una variación de más o menos 30 días.
Alcance	Mejora de producto o sistema
Infraestructura	Instalaciones ubicadas en el interior de la entidad.
Financiamiento	El 40% será financiado por un crédito, el resto por la entidad.
Mercado	El alcance del proyecto no contempla la comercialización

Fuente: Construcción del autor

Según la información anterior y teniendo en cuenta el alcance, tiempo y costo del mismo, se puede concluir que el proyecto es de pequeño tamaño.

- Requerimientos del producto y del proyecto

Los requerimientos para el desarrollo del proyecto y del producto se resumen en la estructura de desagregación de recursos expuesto en la Figura 9 y la estructura de desagregación de recursos humanos presentada en la Gráfica 7; estos requerimientos se pueden apreciar de forma más completa en el plan de gestión de alcance del Anexo F y el plan de gestión de requerimientos del Anexo G de este documento.

- Técnicas de predicción

Dado que el plan de proyecto descrito en este documento consiste en una mejora de producto, no se requieren técnicas de predicción para la producción del bien y oferta de servicios generados por el proyecto; no obstante, estas mismas son necesarias para ajustar el alcance del proyecto a los requerimientos reales de la clínica.

La encuesta presentada en el Anexo C de este documento será aplicada al personal que interviene en procesos de esterilización, con el fin de predecir las características esperadas del SEIQ en cuanto al proceso de esterilización, variables físicas, alimentación eléctrica, generación de reportes, trazabilidad y mantenimiento; los resultados de esta misma serán consignados en el formato de resultados de encuesta descrito en el Anexo D de este documento.

2.3. Estudio económico – financiero

El estudio económico y financiero tiene como propósito hacer la estimación de los costos del proyecto mediante la identificación de cada una de las actividades de los paquetes de trabajo, de este modo es posible hacer un análisis de las necesidades en cuanto a la financiación para su realización.

2.3.1. estimación de costos de inversión del proyecto

La estimación de los costos de inversión del proyecto contempla el establecimiento de las actividades a desarrollar, la identificación de los recursos a emplear y la definición de los costos, por tanto, a continuación se describen cada uno de estos procesos.

- Estructura de desagregación del trabajo

Los paquetes de trabajo necesarios para el desarrollo del proyecto se describen en la **Tabla 3** mediante el desglose de la estructura de desagregación del trabajo a tercer nivel.

- Recursos para el desarrollo del proyecto

En aras de mostrar de manera gráfica los recursos que serán empleados en el desarrollo del proyecto, en la Figura 9 se muestran la estructura de desagregación de recursos del proyecto.

Tabla 3. Estructura de desagregación del trabajo a tercer nivel.

CÓDIGO	NOMBRE
1	INICIO PROYECTO
2	SEIQ
2.1	Diagnóstico
2.1.1	Diagnóstico y estudios previos
2.2	Diseño
2.2.1	Diseño Plataforma -Hardware
2.2.2	Diseño Plataforma Software -Web
2.2.3	Diseño de Sistema Mecánico
2.2.4	Diseño de Sistema Eléctrico
2.3	Implementación
2.3.1	Implementación Plataforma -Hardware
2.3.2	Implementación Plataforma Software -Web
2.3.3	Implementación de Sistema Mecánico
2.3.4	Implementación de Sistema Electromecánico
2.4	Pruebas y afinamiento
2.4.1	Pruebas y afinamiento del sistema de esterilización
2.5	Puesta en marcha
2.5.1	Puesta en marcha sistema de esterilización
2.6	Gerencia de Proyectos
2.6.1	Inicio
2.6.2	Planificación
2.6.3	Ejecución
2.6.4	Monitoreo y Control
2.6.5	Cierre

Fuente: Construcción del autor

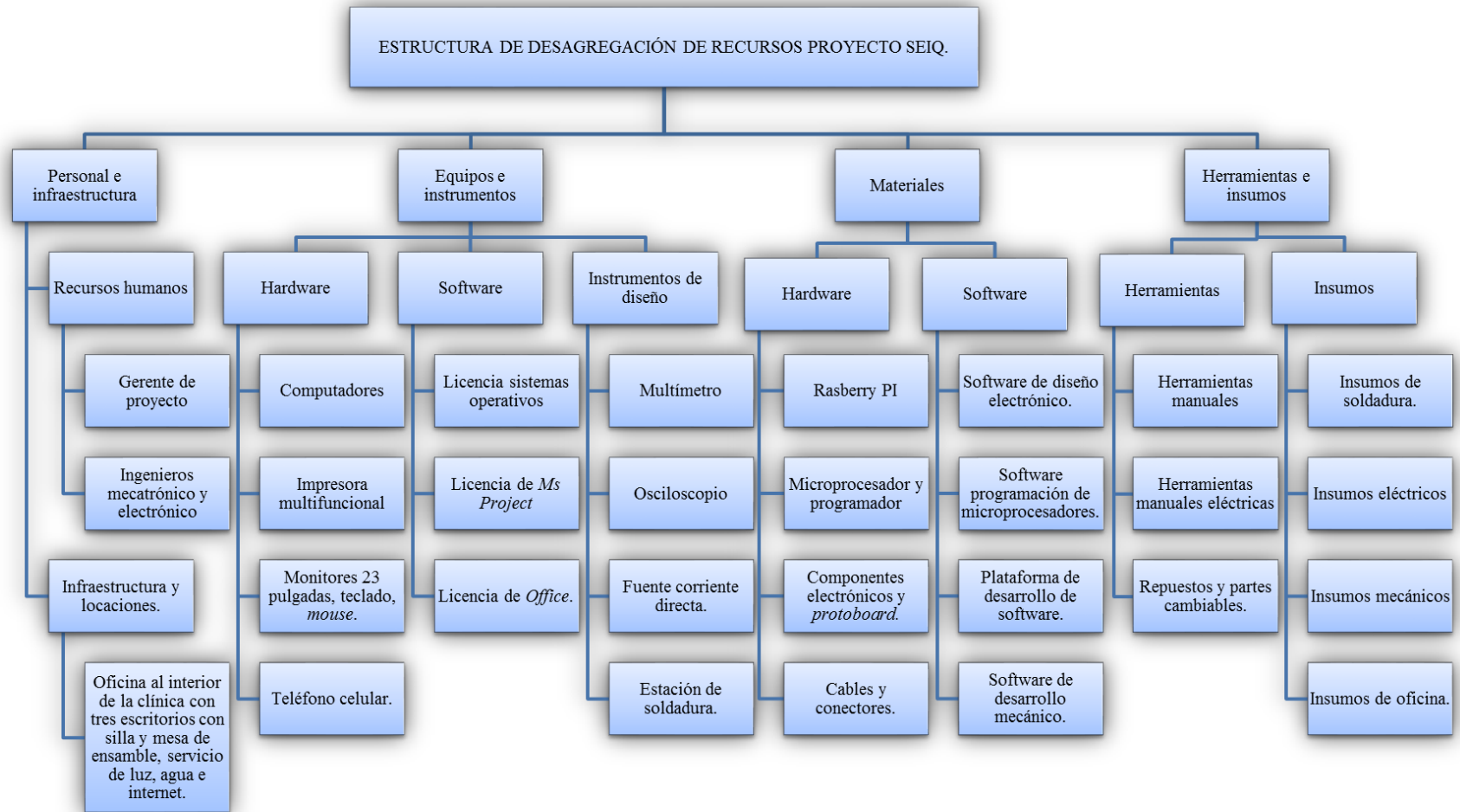


Figura 9. Estructura de desagregación de recursos.

Fuente: Construcción del autor

- Clasificación de costos. Estructura de desagregación de costos

Para el desarrollo del proyecto se contemplan tanto los costos directos como los indirectos, los cuales se muestran en la Figura 10.

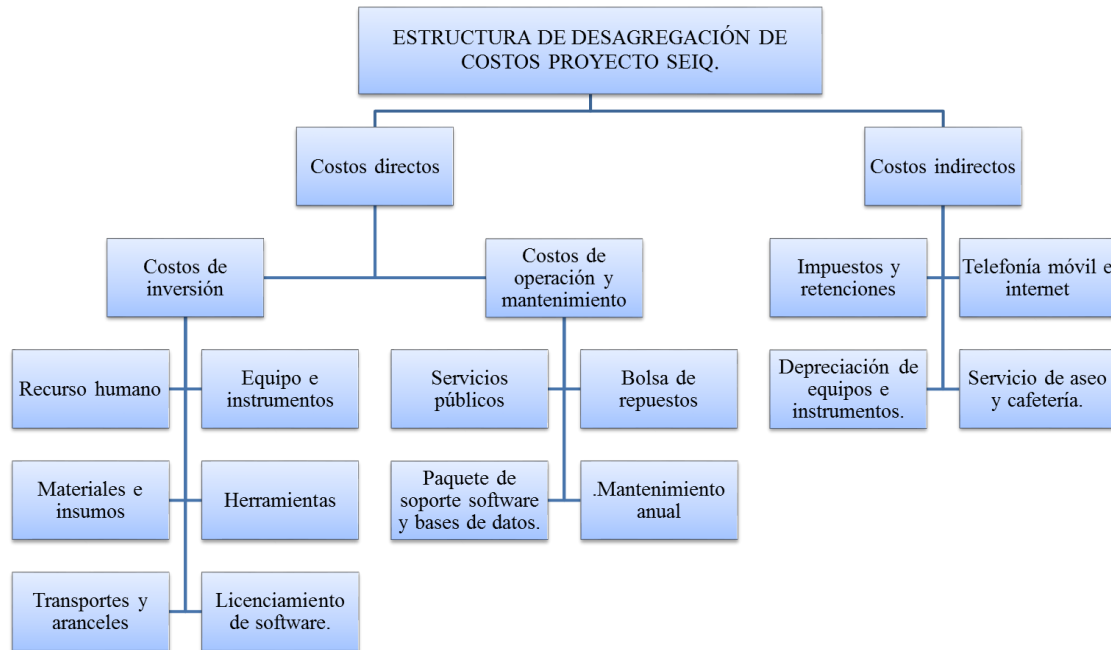


Figura 10. Estructura de desagregación de costos.

Fuente: Construcción del autor

- Estimación de los costos de los entregables del proyecto

A continuación se presenta la

Tabla 4 en la cual se describen cada uno de los costos de los entregables del proyecto a tercer nivel de desagregación en decimas de millón.

- Estimación de la reserva de contingencia

Dado que la reserva de contingencia se calcula a partir del análisis de riesgos asociados al desarrollo del proyecto, a continuación se presenta la estructura de desagregación de riesgos.

Tabla 4. Estimación de costos a tercer nivel en decimas de millón.

CÓDIGO	NOMBRE	COSTO
1	Inicio Proyecto	\$0,000
2	SEIQ	\$60,855
2.1	Diagnóstico	\$1,968
2.1.1	Diagnóstico y estudios previos	\$1,968
2.2	Diseño	\$10,406
2.2.1	Diseño Plataforma -Hardware	\$4,566
2.2.2	Diseño Plataforma Software -Web	\$2,918
2.2.3	Diseño de Sistema Mecánico	\$2,354
2.2.4	Diseño de Sistema Eléctrico	\$0,568
2.3	Implementación	\$19,551
2.3.1	Implementación Plataforma -Hardware	\$6,743
2.3.2	Implementación Plataforma Software -Web	\$5,354
2.3.3	Implementación de Sistema Mecánico	\$6,012
2.3.4	Implementación de Sistema Electromecánico	\$1,442
2.4	Pruebas y afinamiento	\$5,646
2.4.1	Pruebas y afinamiento del sistema de esterilización	\$5,646
2.5	Puesta en marcha	\$3,846
2.5.1	Puesta en marcha sistema de esterilización	\$3,846
2.6	Gerencia de Proyectos	\$19,437
2.6.1	Inicio	\$0,591
2.6.2	Planificación	\$7,501
2.6.3	Ejecución	\$4,944
2.6.4	Monitoreo y Control	\$5,535
2.6.5	Cierre	\$0,867
3	Fin De Proyecto	\$0,000

Fuente: Construcción del autor

- Estructura de desagregación de riesgos

En la Figura 11 posible observar la estructura de desagregación de los riesgos del proyecto a *high level*, en ella se listan los riesgos técnicos, internos, externos y de gestión del proyecto.

- Análisis cuantitativo de riesgos

El análisis de los riesgos se realizó mediante el cálculo de la probabilidad de ocurrencia de estos y el impacto que su materialización causa en el desarrollo del proyecto, para ello se elaboró

la matriz de probabilidad e impacto que se muestra en la Figura 12, la cual contiene la ponderación dada tanto al tipo de probabilidad como al tipo de impacto.



Figura 11. Estructura de desagregación de riesgos.

Fuente: Construcción del autor

MATRIZ DE PROBABILIDAD - IMPACTO						
IMPACTO \ PROBABILIDAD	MUY BAJA	BAJA	MEDIA	ALTA	MUY ALTA	
	0,1	0,3	0,5	0,6	0,8	
MUY ALTO 10	1	3	5	6	8	
ALTO 8	0,8	2,4	4	4,8	6,4	
MEDIO 5	0,5	1,5	2,5	3	4	
BAJO 3	0,3	0,9	1,5	1,8	2,4	
MUY BAJO 1	0,1	0,3	0,5	0,6	0,8	

RIESGO MUY ALTO - ALTO		RIESGO MEDIO	
RIESGO BAJO		RIESGO MUY BAJO	

Figura 12. Matriz probabilidad e impacto.

Fuente: Construcción del autor

En la matriz anterior se definieron cinco niveles de probabilidad de ocurrencia del riesgo (muy alta: 80%, alta: 60%, media: 50%, baja: 30% y muy baja: 10%) y cinco niveles de impacto (muy alto: 10, alto: 8, medio: 5, bajo: 3, muy bajo: 1); posteriormente, se analizó cada uno de los riesgos del proyecto y se asignó un nivel de probabilidad P_j y un nivel de impacto O_j ; el producto $P_j * O_j$ corresponde al nivel de importancia de cada riesgo y es útil a la hora de cuantificar los mismos.

Los resultados expuestos en la **Tabla 5** y la **Tabla 6** muestran las matrices de riesgos para la estimación de la reserva de tiempo y de contingencia del proyecto; estos cálculos están basados en la matriz probabilidad impacto y el costo generado en caso de que se materializaran.

- Reserva de contingencia de presupuesto y de tiempo

Del análisis de la línea base de costos del proyecto y de los resultados de multiplicar la probabilidad de materialización de los riesgos por su impacto económico, se estimó que la reserva de contingencia del proyecto asciende a \$7,053 millones, como puede observarse en la **Tabla 7**.

Por su parte, la reserva de contingencia de tiempo se establece mediante el análisis de la probabilidad de ocurrencia de los riesgos multiplicado por el impacto en el desarrollo normal del cronograma propuesto para el proyecto y una vez obtenidos los resultados se determinó que la reserva de contingencia de tiempo corresponde a 30,17 días hábiles como se muestra en la **Tabla 9**.

Tabla 5. Matriz de riesgos para estimación de reserva de contingencia

Categoría afectada	ID	Descripción del Riesgo	Probabilidad	Impacto	Importancia	Tipo de Impacto	Impacto en costo	VME
1.3.1 1.3.2	R1	Una variación no proyectada del dólar mayor al 20%, genere un aumento no esperado en los precios de los componentes que conforman la plataforma software y hardware, que impacte los costos del proyecto.	0,1	8	0,8	COSTO	\$ 1,650	\$ 0,165
1.3.3	R5	Dado la escasas de compañías colombianas expertas en implementar estructuras cilíndricas de alta presión y temperatura, no se encuentra una compañía colombiana encargada de la implementación de la estructura mecánica de la autoclave, generando sobrecostos por concepto de importación.	0,3	10	3	COSTO	\$ 1,600	\$ 0,480
1.4.3	R8	A causa del desconocimiento práctico del proceso de esterilización, durante las pruebas el equipo no esteriliza correctamente elementos quirúrgicos, generando sobrecostos en el proyecto asociados al tiempo adicional de la mano de obra.	0,8	10	8	COSTO	\$ 2,120	\$ 1,696
1.4.1 1.4.2 1.4.3 1.4.4	R10	Debido a un mal proceso de ensamble de componentes de hardware, se generan fallas en el funcionamiento del sistema, generando sobrecostos en el proyecto.	0,1	10	1	COSTO	\$ 2,120	\$ 0,212
1.3.3	R11	Debido a un mal diseño de la cámara de presión del sistema, se producen fugas de aire a alta presión, lo cual genera sobrecostos en el proyecto.	0,5	10	5	COSTO	\$ 4,000	\$ 2,000
1.4.3	R13	Debido a la alta temperatura de la cámara de presión, en el momento de realizar las pruebas se producen quemaduras por contacto directo con el equipo, generando lesiones al operador lo que representa mayores costos para el proyecto.	0,3	10	3	COSTO	\$ 1.250,0	\$ 2,500
Reserva de contingencia								\$ 7,053

Fuente: Construcción del autor

Tabla 6. Matriz de riesgos para estimación de reserva de tiempo.

Categoría afectada	ID	Descripción del Riesgo	Probabilidad	Impacto	Importancia	Tipo de Impacto	Impacto en tiempo	VME
1.3.1 1.3.3	R2	Demoras en temas administrativos del proyecto, no permiten importar los componentes de software y hardware en los tiempos establecidos, generando retrasos en el desarrollo del proyecto.	0,6	10	6	TIEMPO	7,2	4,32
1.1.1 1.2.2 1.3.2	R3	Falta de personal con experiencia en desarrollo de software dificulte el proceso de selección y contratación del personal lo que conlleva retrasos en el cronograma.	0,6	10	6	TIEMPO	10,2	6,12
1.3.3	R4	Dado la escases de compañías colombianas expertas en implementar estructuras cilíndricas de alta presión y temperatura, no se encuentra una compañía colombiana encargada de la implementación de la estructura mecánica de la autoclave, generando retrasos en el cronograma del proyecto.	0,5	10	5	TIEMPO	22	11
1.4.1 1.4.2	R6	Dado las diferentes alternativas para desarrollar el proyecto, se generan desacuerdos entre los grupos de desarrollo de hardware y software, generando retrasos en el cronograma.	0,3	8	2,4	TIEMPO	3,5	1,05
1.4.3	R7	A causa del desconocimiento práctico del proceso de esterilización, durante las pruebas el equipo no esteriliza correctamente elementos quirúrgicos, generando retrasos en el cronograma.	0,8	10	8	TIEMPO	3,6	2,88
1.4.1	R9	Debido a un mal proceso de ensamble de componentes de hardware, se generan fallas en el funcionamiento del sistema, generando retrasos en el cronograma.	0,1	10	1	TIEMPO	4	0,4
1.3.3	R12	Debido a una mala implementación de la cámara de presión del sistema de esterilización, se producen fugas de aire a alta presión, lo cual genera retrasos en el cronograma.	0,5	10	5	TIEMPO	8,8	4,4
Reserva de tiempo (Días hábiles)								30,17

Fuente: Construcción del autor

Tabla 7: Estimación reserva de contingencia de presupuesto

Categoría afectada	ID	Probabilidad	Impacto en costo	VME
1.3.1	R1	0,1	\$ 1,650	\$ 0,165
1.3.2				
1.3.3	R5	0,3	\$ 1,600	\$ 0,480
1.4.3	R8	0,8	\$ 2,120	\$ 1,696
1.4.1 - 1.4.2 1.4.3 - 1.4.4	R10	0,1	\$ 2,120	\$ 0,212
1.3.3	R11	0,5	\$ 4,000	\$ 2,000
1.4.3	R13	0,3	\$ 1.250,0	\$ 2,500
Reserva de contingencia				\$ 7,053

Fuente: Construcción del autor

Tabla 8. Estimación reserva de contingencia de tiempo.

Categoría afectada	ID	Probabilidad	Impacto en tiempo	VME
1.3.1 - 1.3.3	R2	0,6	7,2	4,32
1.1.1 - 1.2.2 - 1.3.2	R3	0,6	10,2	6,12
1.3.3	R4	0,5	22	11
1.4.1 - 1.4.2	R6	0,3	3,5	1,05
1.4.3	R7	0,8	3,6	2,88
1.4.1	R9	0,1	4	0,4
1.3.3	R12	0,5	8,8	4,4
Reserva de tiempo (días hábiles)				30,17

Fuente: Construcción del autor

- Estimación reserva de administración

La reserva de administración se calcula a juicio de expertos, por tanto, se definió un porcentaje del 5% sobre el costo del proyecto, de este modo se estimó en \$3,043 millones.

- Presupuesto del proyecto en décimas de millones

En la **Tabla 9** se presenta el presupuesto total del proyecto en millones de pesos colombianos.

Tabla 9. Presupuesto del proyecto en decimas de millón.

CÓDIGO	NOMBRE	PRESUPUESTO
2.1	Diagnóstico	\$ 1,968
2.1.1	Diagnóstico y estudios previos	\$ 1,968
2.2	Diseño	\$ 10,406
2.2.1	Diseño Plataforma -Hardware	\$ 4,566
2.2.2	Diseño Plataforma Software -Web	\$ 2,918
2.2.3	Diseño de Sistema Mecánico	\$ 2,354
2.2.4	Diseño de Sistema Eléctrico	\$ 0,568
2.3	Implementación	\$ 19,551
2.3.1	Implementación Plataforma -Hardware	\$ 6,743
2.3.2	Implementación Plataforma Software - Web	\$ 5,354
2.3.3	Implementación de Sistema Mecánico	\$ 6,012
2.3.4	Implementación de Sistema Electromecánico	\$ 1,442
2.4	Pruebas y afinamiento	\$ 5,646
2.4.1	Pruebas y afinamiento del sistema de esterilización	\$ 5,646
2.5	Pruebas Estructura mecánica y eléctrica	\$ 3,846
2.5.1	Puesta en marcha sistema de esterilización	\$ 3,846
2.6	Gerencia de proyectos	\$ 19,437
2.6.1	Inicio	\$ 0,591
2.6.2	Planificación	\$ 7,501
2.6.3	Ejecución: Dirigir y gestionar el trabajo del proyecto	\$ 4,944
2.6.4	Monitoreo y Control	\$ 5,535
2.6.5	Cierre	\$ 0,867
Línea base de costos		\$ 60,855
Reserva de contingencia		\$ 7,053
Reserva de gestión (5%)		\$ 3,043
Presupuesto del proyecto		\$ 70,950

Fuente: Construcción del autor

2.3.2. estimación de los costos de aprovechamiento del proyecto

La estimación de los costos de aprovechamiento contempla la definición de los costos de administración, operación y mantenimiento del proyecto, la fuente de los fondos y la financiación que se requiere para el desarrollo del proyecto, por tanto, a continuación se desarrollan cada uno de estos puntos.

- Administración, operación, mantenimiento y aprovechamiento

En la fase del aprovechamiento del proyecto se ha definido la clasificación de costos administración, de operación y de mantenimiento que se describen en la **Tabla 10** en decimas de millón.

Tabla 10. Cálculo costos de administración, operación y mantenimiento.

COSTOS DE OPERACIÓN	TARIFA MENSUAL
Servicios públicos (luz)/mes	\$ 0,060
Paquete de soporte SO/mes	\$ 0,020
Paquete de soporte motor base de datos/mes	\$ 0,020
Costos de mantenimiento	Tarifa mensual
Mantenimiento anual/mes	\$ 0,030
Bolsa de repuestos/mes	\$ 0,015
Costos de administración	Tarifa mensual
Aseo del equipo y espacio circundante/mes	\$ 0,050
Servicios públicos (Agua e internet) /mes	\$ 0,250
Ingeniero de soporte/mes	\$ 0,250
TOTAL	\$ 0,695

Fuente: Construcción del autor

- Fuentes y uso de fondos

El proyecto actual será financiado un 60% por la clínica como parte de un programa de innovación y mejora que tiene como objetivo evitar que se presenten ISQ⁹ mediante un control automatizado del sistema de esterilización de elementos quirúrgicos; el restante 40% será conseguido por medio de una entidad financiera a una tasa de interés del 25% EA.

- Financiación y costo financiación

Las fuentes de financiamiento para el proyecto inicialmente son dos; en primer lugar, recursos propios por un valor total del 60% del presupuesto, en segundo lugar, un crédito bancario por un valor del 40% del presupuesto con intereses del 25% EA. Adicionalmente el

⁹ ISQ son las siglas para identificar una infección de sitio quirúrgico

sponsor ha definido que una vez finalice el proyecto objeto de este plan, los equipos informáticos y los instrumentos de desarrollo van a ser comprados por la clínica a un valor de retoma del 50% del valor inicial para la dotación del laboratorio de bioingeniería de la entidad.

2.3.3. evaluación financiera del proyecto

A continuación se presenta la evaluación financiera del proyecto que contempla el flujo de caja, la definición del costo de capital, los indicadores de beneficio costo y el análisis de sensibilidad.

- Flujo de caja de la inversión y del aprovechamiento del proyecto

Dado que el proyecto inicia el 14 de enero de 2019 y finaliza el 8 de Julio de 2019, el flujo de caja contempla seis (6) periodos mensuales en los cuales se liberará gradualmente el presupuesto. En el primer periodo se asigna el 40% del presupuesto ya que se deben comprar equipos de cómputo e instrumentos de medición entre otros, en el segundo periodo se asigna un 20% del presupuesto para las adquisiciones de materiales y en los cuatro (4) periodos restantes se libera un 10% cada uno. En la **Tabla 40** del Anexo H de este documento se presenta el flujo de caja de inversión.

Por su parte, el flujo de caja de aprovechamiento se proyectó teniendo en cuenta la vida útil del sistema de esterilización de instrumentos quirúrgicos que es de ocho (8) años tal como se observa en la **Tabla 41** del Anexo H.

Por lo anterior en el año cero de la operación se tiene un ingreso que corresponde a la compra que la clínica realizará de los equipos de cómputo e instrumentos de medición utilizados en el proyecto y un egreso correspondiente al costo total del proyecto; en los periodos subsecuentes se tienen ingresos por ahorro de personal correspondiente a \$28,11 millones por año, los cuales corresponden al sueldo anual de una (1) persona que devenga \$1,50 millones

mensuales más prestaciones y respecto a los egresos se realizan las deducciones anuales correspondientes a los gastos de operación. Cabe mencionar que los ingresos y egresos se proyectan de acuerdo con el índice de precios del consumidor (IPC).

- Definición del costo del capital

Para calcular el costo de capital primeramente se presentan los indicadores de rentabilidad exigida del proyecto, los intereses de la deuda y el impuesto de renta, cuyos datos se muestran en la **Tabla 11**.

Tabla 11. Datos de financiamiento del proyecto.

DATOS DE FINANCIAMIENTO	
Rentabilidad exigida	20%
Intereses de la deuda (EA)	25%
<i>Impuesto a la renta</i>	33%

Fuente: Construcción del autor

Así mismo, se realizó el cálculo del costo del capital y de su promedio ponderado (WACC) obteniendo los resultados de la **Tabla 12**.

Tabla 12. Cálculo de costo de capital y promedio ponderado (WACC)

COSTO PROMEDIO PONDERADO DE CAPITAL (WACC)				
	CANTIDAD	%	COSTO	PONDERADO
Recursos de la Clínica	\$42,57	60%	20,00%	12,00%
Recursos Financieros	\$28,39	40%	16,75%	6,70%
Totales	\$70,95	100%	WACC	18,70%

Fuente: Construcción del autor

- Indicadores de rentabilidad

En este punto se calcularon los indicadores financieros del proyecto resumidos en la **Tabla 13**; el procedimiento para obtener estos valores se muestra en el Anexo I de este documento.

Tabla 13. Indicadores financieros del proyecto

INDICADORES FINANCIEROS DEL PROYECTO	
Rentabilidad exigida	20,00%
Tasa interna de retorno	30,33%
Wacc	18,70%
Eva	10,43%
Valor neto actual	\$82,99
Valor presente neto	\$21,20

Fuente: Construcción del autor

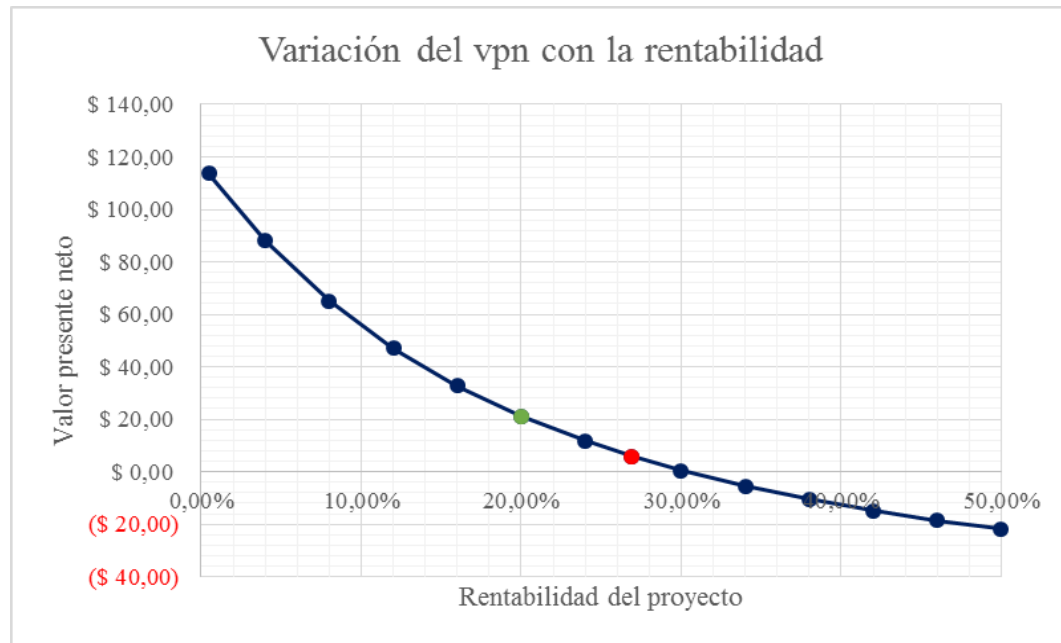
Los resultados expuestos anteriormente permiten identificar que el valor presente neto calculado es positivo y la tasa interna de retorno (TIR) es mayor que la rentabilidad mínima exigida por el *sponsor* del proyecto (los inversionistas), por lo que se puede concluir que el proyecto es financieramente viable.

Así mismo se establece que el valor económico agregado (EVA) es mayor que cero, lo que indica que el proyecto además de cubrir la totalidad de la inversión y satisfacer la rentabilidad exigida por el *sponsor* genera un porcentaje adicional, lo cual se traduce en creación de valor para la organización.

- Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad permite observar el comportamiento del valor presente neto (en adelante VPN) con la variación de parámetros tales como la tasa de interés, el número de periodos y el monto de los flujos de caja; por tanto, se realizó una gráfica para observar el comportamiento del VPN con la variación de la rentabilidad exigida obteniendo los resultados de la Gráfica 1.

El punto rojo que se muestra en la Gráfica 1 corresponde a la tasa interna de retorno (en adelante TIR), mientras que el punto verde corresponde a la tasa de rentabilidad exigida por el *sponsor* del proyecto, de este modo se observa que el valor de rentabilidad límite para el proyecto es de 30,33% y que a valores mayores el VPN es negativo lo que lo haría no viable.



Gráfica 1. Variación del VPN con la rentabilidad.

Fuente: Construcción del autor

Por su parte, el comportamiento de los diferentes indicadores del proyecto con la variación del número de periodos indica que el número mínimo de periodos anuales necesarios para que el proyecto sea viable es de seis (6), tal como se muestra en la **Tabla 14**.

Tabla 14. Indicadores de proyecto con variación de número de periodos.

INDICADORES VS NÚMERO DE PERIODOS				
	8 años	7 años	6 años	5 años
Rentabilidad exigida	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%
Tasa interna de retorno	30,33%	28,24%	25,11%	16,32%
Wacc	19,90%	19,90%	19,90%	19,90%
Eva	10,43%	8,34%	5,21%	-3,58%
Valor neto actual	\$82,99	\$77,00	\$70,10	(\$ 4,64)
Valor presente neto	\$21,20	\$15,22	\$8,32	(\$ 72,35)

Fuente: Construcción del autor

Finalmente, se observó el comportamiento de los indicadores con el cambio de los flujos proyectados, variando el monto del ahorro en recursos humanos del 100% hacia abajo, como se plantea en la **Tabla 15**.

Tabla 15. Indicadores de proyecto con variación de flujos proyectados.

INDICADORES VS VARIACIÓN DE FLUJOS				
	RH-100%	RH-94%	RH-88%	RH-82%
Rentabilidad exigida	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%
Tasa interna de retorno	30,33%	26,94%	23,43%	19,79%
Wacc	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Eva	30,33%	26,94%	23,43%	19,79%
Valor neto actual	\$82,99	\$75,78	\$68,58	\$61,37
Valor presente neto	\$21,20	\$14,00	\$6,80	(\$0,41)

Fuente: Construcción del autor

La notación RH-100% indica que los cálculos de los indicadores del proyecto se realizaron con el 100% del valor definido inicialmente para el ahorro en recursos humanos, esto es sueldo anual de una (1) persona que devenga un sueldo de \$1,50 millones mensuales más prestaciones, de modo que en la tabla se aprecia que el valor mínimo de los ingresos por ahorro de recursos humanos para que el proyecto sea viable es el 82% de lo contemplado inicialmente.

2.4. Estudio social y ambiental

El estudio social y ambiental tiene como propósito analizar el impacto negativo que el proyecto a desarrollar tiene para la sociedad y para el medio ambiente, de modo que se emprendan acciones encaminadas a que dicho impacto sea el menor posible.

- Análisis ciclo de vida del producto o bien/servicio o resultado

Para realizar el Análisis del Ciclo de Vida (en adelante ACV) del sistema de esterilización de instrumentos quirúrgicos, se ha optado por atender lo dispuesto en la norma ISO 14040:2006 la cual establece que el ACV comprende cuatro fases, a saber: fase de definición de objetivo y alcance, fase de análisis del inventario (datos de entrada y salida), fase de evaluación del impacto ambiental y finalmente la fase de interpretación de los resultados (ISO 14040:2006).

- Definición de flujo de entradas y salidas

La fase de análisis del inventario permite establecer las entradas y salidas del ciclo de vida del producto, de este modo en la **Tabla 16** se muestra el análisis del ciclo de vida del sistema de esterilización de instrumentos quirúrgicos.

- Descripción y categorización de impactos ambientales

El análisis del ciclo de vida del producto permite establecer las categorías de impacto ambiental en las cuales incidirá el desarrollo del proyecto, así si se observan las salidas del producto puede afirmarse que el desarrollo del proyecto impactará directamente en el calentamiento global y en la contaminación hídrica, en este sentido en la **Tabla 17** se listan dichas categorías y se realiza la descripción de las mismas.

- Cálculo de huella de carbono¹⁰

Dado que la mayoría de las actividades llevadas a cabo por los seres humanos generan contaminación por generación de gases efecto invernadero como el dióxido de carbono (en adelante CO₂), es importante realizar el cálculo de su huella lo que permitirá establecer en términos cuantitativos la cantidad de emisiones que el desarrollo del proyecto generará y emprender planes para disminuir el impacto negativo sobre las categorías de impacto ambiental descritas anteriormente.

En el Anexo J se presenta el cálculo de la huella de carbono por cada una de las fases del proyecto y los factores de emisión a saber: papel, energía eléctrica, combustible y aguas residuales que intervienen en dichas fases.

¹⁰ Eco Indicador 99, ISO 14040/44/TR14047 y PAS 2050

Tabla 16. Análisis del ciclo de vida del producto.

ENTRADAS	FASES	SALIDAS
Energía Eléctrica	1. Diagnóstico (Elaboración de informes y análisis)	CO ₂
Tinta		Residuos sólidos
Papel		Residuos sólidos
Gasolina		CO ₂
Energía Eléctrica	2. Diseño (Elaboración diseños de hardware, software, mecánico y eléctrico).	CO ₂
Tinta		Residuos sólidos plásticos
Papel		Residuos sólidos
Gasolina		CO ₂
Agua		Aguas residuales
Cobre y plástico		Residuos sólidos plástico
Silicio, conductores y semiconductores		Residuos sólidos plástico y metálicos
Prototipos de circuitos impresos		Residuos sólidos fibra de vidrio
Estaño y plomo		Residuos sólidos estaño y plomo
Cartón		Emisiones atmosféricas humos de soldadura
Pegamento		Residuos sólidos de cartón
Energía Eléctrica		Residuos sólidos de pegamento
Tinta	3. Implementación (Conformación y/o ensamble de las plataformas hardware, software, mecánica y eléctrica)	CO ₂
Papel		Residuos sólidos plásticos
Gasolina		Residuos sólidos
Agua		CO ₂
Cobre y plástico		Aguas residuales
Silicio, conductores y semiconductores		Residuos sólidos plástico
Prototipos de circuitos impresos		Residuos sólidos plástico y metálicos
Estaño, plomo, argón		Residuos sólidos fibra de vidrio
Acero inoxidable		Residuos sólidos estaño
Energía Eléctrica		Emisiones atmosféricas y humos de soldadura
Tinta		Residuos sólidos de acero inoxidable
Papel	4. Pruebas y afinamiento (Desarrollo de pruebas funcionales de las plataformas y del sistema de esterilización. Corrección de fallas)	CO ₂
Gasolina		Residuos sólidos plásticos
Agua		Residuos sólidos
Cobre y plástico		CO ₂
Componentes electrónicos		Aguas residuales
Estaño, plomo, argón		Residuos sólidos plástico
Energía Eléctrica	5. Puesta en marcha (Instalación y entrega del sistema y capacitación del personal)	Residuos sólidos plástico y metálicos
Tinta		Residuos sólidos de acero inoxidable
Papel		Emisiones atmosféricas y humos de soldadura
Gasolina		CO ₂
Agua		Aguas residuales
Energía Eléctrica	6. Gerencia de Proyecto	CO ₂
Tinta		Residuos sólidos
Papel		Residuos sólidos

Fuente: Construcción del autor

Tabla 17. Categorías de impacto ambiental.

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN
Calentamiento global	Es el aumento de la temperatura de la tierra debido a la concentración de Gases de Efecto Invernadero (Amestoy Alonso, 2013), producido por factores humanos, entre otros las emisiones de CO ₂ y los Óxidos de Nitrógeno.
Contaminación Hídrica	Es la adición de una materia extraña al agua que deteriora su calidad (Solís Segura, 2003). Entre las principales causas de la contaminación hídrica se encuentran los vertimientos de aguas residuales y material sólido como polímeros.

Fuente: Construcción del autor

Una vez realizados los cálculos de la huella de carbono para cada una de las fases del proyecto teniendo en cuenta cada factor de emisión, se concluye que la fase del proyecto que mayor impacto tiene en la emisión de toneladas de CO₂ es la de implementación, con un porcentaje de participación de 62% con relación a la totalidad de la emisión del proyecto, tal como puede observarse en la **Tabla 18**.

Tabla 18. Resultados del cálculo de la huella de carbono por fase del proyecto.

Procesos de proyecto	TE ¹¹ (ton CO ₂)	PIE ¹² (ton CO ₂)
1. Diagnóstico	0,04	8%
2. Diseño	0,05	10%
3. Implementación	0,31	62%
4. Pruebas y afinamiento	0,02	4%
5. Puesta en marcha	0,08	16%
TOTAL	0,50	100%

Fuente: Construcción del autor

Lo anterior tiene sustento en el hecho a que en la fase de implementación del proyecto es donde se emplea la mayor cantidad de equipos y herramientas que consumen energía eléctrica, puesto que es allí donde se ensamblan las partes del sistema de esterilización; en consecuencia el

¹¹ TE es la abreviatura correspondiente a total de emisiones; en adelante se usará esta notación.

¹² PIE es la abreviatura para porcentaje de impacto de emisiones.

factor de emisión con mayor participación es energía eléctrica con un aporte de 85,7% con relación a la totalidad de la emisión del proyecto como puede evidenciarse en la **Tabla 19**.

- Estrategias de mitigación de impacto ambiental

Para disminuir el impacto del proyecto en el medio ambiente se elaboró el plan de sostenibilidad ambiental en el cual se plantean las estrategias: ahorro y uso eficiente de energía, uso eficiente y reducción del consumo de agua y aprovechamiento del agua de vertimientos, cuyas actividades, objetivos, metas e indicadores se muestran en la **Tabla 19**.

Tabla 19. Resultados del cálculo de la huella de carbono por factor de emisión.

Factor de emisión	Emisión (ton CO ₂)	PIE (ton CO ₂)
Aguas residuales	0,002	0,4%
Papel	0,054	10,6%
Energía eléctrica	0,435	85,7%
Combustible	0,017	3,3%
Total emisión ton CO₂	0,508	100%

Fuente: Construcción del autor

- Análisis de sostenibilidad

El análisis de sostenibilidad del proyecto es producto de la aplicación del estándar P5 propuesto por el *Green Project Management*, para ello se elaboró la matriz P5 (ver Anexo K), la cual permitió establecer que el proyecto es sostenible en las línea base social; por su parte, en la línea base ambiental es sostenible en la medida que se pongan en práctica acciones de mejora definidas para los elementos cuya ponderación tiene un impacto negativo bien sea bajo medio o alto.

3. Inicio y planeación del proyecto

A continuación se presentan los documentos que hacen parte del inicio y planeación del proyecto.

3.1. Inicio del proyecto

Para el inicio del proyecto se elaboró el *Project Charter* que se muestra a continuación.

- *Project Charter*

El *Project Charter* se presenta de forma resumida la información del proyecto y se muestra en el Anexo L de este documento.

3.2. Planeación del proyecto

A continuación se presentan cada uno de los planes que integran el proyecto.

- Plan del proyecto

El plan del proyecto está constituido por todos los planes de gestión realizados en este documento y el formato *Project Management Plan* contenido en el Anexo M de este documento.

- Plan de gestión de cambios

El plan de gestión de cambios que se presenta en el Anexo N de este documento, tiene por objetivo describir que se considera un cambio en el proyecto, de qué forma estos deben gestionarse y los roles de cada uno de los interesados con relación a los cambios que puedan llegar a generarse a lo largo del proyecto; en el Anexo O se presenta el formato al que hace referencia el plan de gestión de cambios para la solicitud y revisión de los cambios.

- Plan de involucrados

El plan de involucrados también conocido como plan de gestión de los interesados se presenta en el Anexo P de este documento.

- Matriz de registro de involucrados

Con el objetivo de consolidar toda la información de los involucrados, en el Anexo Q de este documento se presenta la matriz de registro de involucrados.

- Análisis de involucrados

En la Figura 4 se muestra la matriz de análisis de involucrados en la cual se clasifican los interesados del proyecto de acuerdo con su nivel de poder e interés en el proyecto.

- Matriz temas – respuestas

El diseño de esta matriz se realizó definiendo los temas más importantes para la ejecución del proyecto: en la **Tabla 20** se muestran los temas definidos:

Tabla 20. Temas relacionados con el proyecto.

ID	TEMA
1	Proveedores de tecnología
2	Manejo de importaciones
3	Proceso de esterilización
4	Seguridad en el trabajo.
5	Contratación de personal para el proyecto

Fuente: Construcción del autor

Seguidamente se clasificaron los temas de acuerdo con el nivel de madurez de la entidad, de acuerdo con las categorías de evidencia, conciencia y expectativa, como lo indica la **Tabla 21**:

Tabla 21. Clasificación de temas según el nivel de madurez de la organización.

Madurez	CATEGORÍAS		
	Evidencia	Consciencia	Expectativa
Latente	n/a	n/a	n/a
Emergente	n/a	5	1
En consolidación	n/a	4	2
Institucionalizado	3	n/a	n/a

Fuente: Construcción del autor

Posteriormente se evaluó el nivel de respuesta que la organización tiene frente a los temas definidos de acuerdo con cuatro categorías como lo muestra la **Tabla 22**:

Tabla 22. Respuesta de la entidad a temas definidos.

Respuesta organización	
Clasificación	Tema

Exploratoria	1
En desarrollo	2
Integrada	5
Estratégica	3,4

Fuente: Construcción del autor

Finalmente se diseñó la matriz de temas y respuesta mostrada en la Figura 13; como se puede apreciar, tres de los temas definidos se encuentran en la zona de oportunidad mientras que dos de ellos se encuentran en zona de riesgo; estos dos últimos deben de ser manejados de tal forma que no impacten el desarrollo del proyecto.

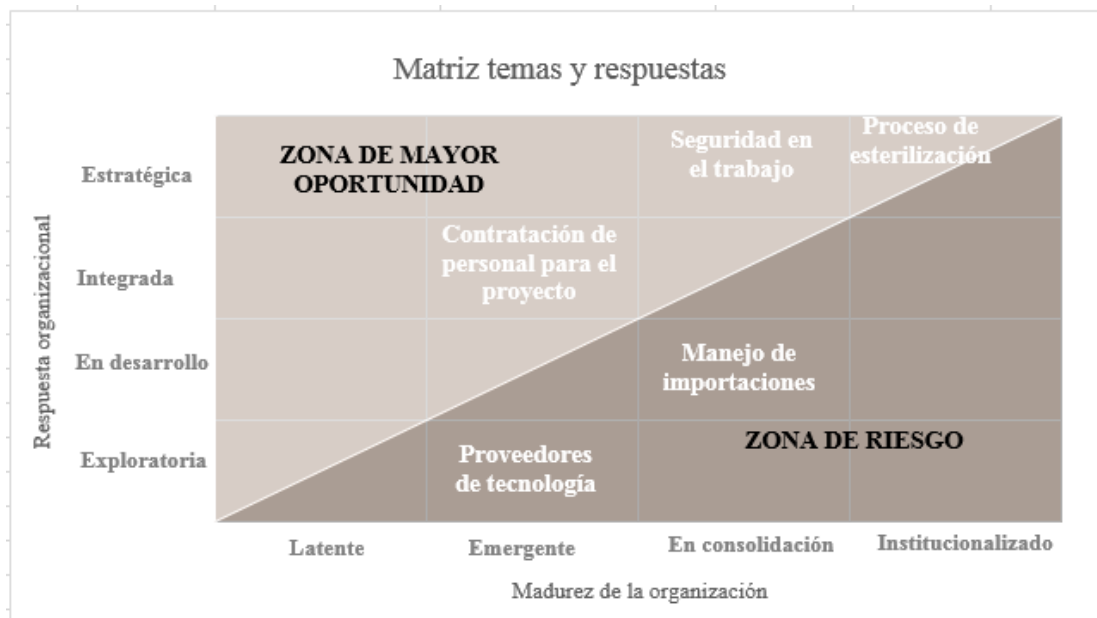


Figura 13. Matriz de temas y respuestas.

Fuente: Construcción del autor

- Plan de alcance

El plan de gestión de alcance o *scope management plan* por sus siglas en inglés se presenta en el Anexo F de este documento.

- Plan de requerimientos

El plan de gestión de requerimientos o *Requirements Management Plan* por sus siglas en inglés se encuentra en Anexo G de este documento.

- Documentación de requerimientos.

La documentación de requisitos se construyó luego de definir todos los requerimientos; en el Anexo E de este documento se muestra el respectivo formato.

- Matriz trazabilidad requerimientos

La matriz de trazabilidad se realizó con base en la documentación de requisitos. En el Anexo E muestra el formato de esta matriz.

- Línea base de alcance

- EDP

La estructura de desagregación del producto contempla los componentes a *high level* del sistema de esterilización de instrumentos quirúrgicos producto del proyecto, a saber: hardware, plataforma de software, estructura mecánica y sistema eléctrico cada uno de ellos integrado por otros elementos como puede observarse en la Figura 7. EDP high level - Estructura de Desagregación del Producto

.

- EDT

La estructura de desagregación del trabajo compuesta por las fases de diagnóstico, diseño, implementación¹³, pruebas y afinamiento, puesta en marcha y gerencia de proyectos se presenta a *high level* en la Figura 8 y de forma detallada a tercer nivel en la **Tabla 3**.

- *Project Scope Statement*

El *project scope statement* contiene la declaración del alcance el proyecto y se muestra en el Anexo R de este documento.

¹³ El término implementación hace referencia al proceso de fabricación y ensamble del SEIQ.

- Diccionario WBS

Dado que se empleó el software *Microsoft Project* para registrar la información del proyecto el diccionario WBS se incluyó en la herramienta como nota en cada uno de los paquetes de trabajo establecidos para el proyecto.

- Plan de gestión de la programación

La programación del proyecto se realizó a partir de la identificación de las actividades a desarrollar en cada una de las fases del proyecto y la aplicación del método *Beta Pert* para la estimación de la duración de estas, así se planteó la línea base de tiempo del proyecto.

- Línea base del tiempo

Con el empleo del software *Microsoft Project* se listaron cada uno de las fases del proyecto, los paquetes de trabajo y las actividades que estos contemplan, luego se establecieron las precedencias entre dichas actividades, se asignaron las duraciones estimadas para cada actividad y se realizaron los ajustes necesarios para garantizar que los recursos asignados a dichas actividades no estén sobre asignados, ya que esto interfiere en el desarrollo propio del cronograma; de modo se estableció la línea base del proyecto.

- Red

La red es el diagrama que permite visualizar las actividades, sus relaciones (precedencias) y la ruta crítica del proyecto. Dada la cantidad de tareas establecidas para este proyecto y en aras de facilitar la visualización del diagrama de red se sugiere acceder al archivo de *Microsoft Project* anexo a este documento; no obstante, la Figura 14 muestra un aparte de la red en la fase de puesta en marcha.

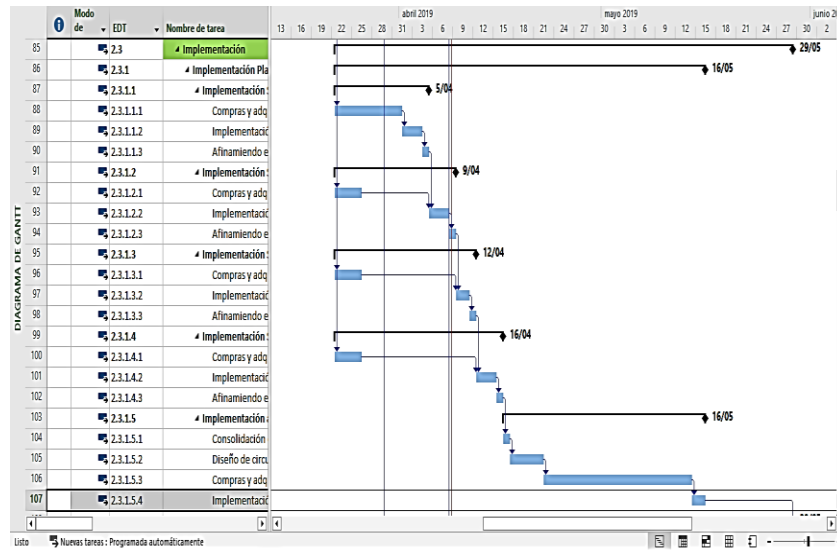


Figura 14. Diagrama de red Microsoft Project.

Fuente: Microsoft Project.

- Memoria de cálculo y estimación duraciones con Beta Pert

El cálculo para la estimación del tiempo requerido para el desarrollo de cada una de las actividades del proyecto y por tanto para el desarrollo del mismo, se realizó aplicando el modelo de estimación basado en 3 valores (optimista, pesimista y más probable) o *Beta Pert* cuyo resultado permitió establecer un tiempo de 119 días tal como se observan en el Anexo S de este documento.

- Calendario

El calendario del proyecto se elaboró mediante *Microsoft Project*, por lo que la Figura 15 muestra tan solo una parte del cronograma partiendo del inicio del proyecto, toda vez que para visualizar el calendario en su totalidad es necesario acceder archivo adjunto al presente documento.

- Cronograma (mínimo 200 líneas)

El cronograma del proyecto está disponible en el archivo de *Microsoft Project* y en él es posible observar las fechas de inicio y finalización de las actividades, así como la totalidad de

días a emplear en el desarrollo de cada una de las actividades. La Figura 16 muestra el cronograma para algunas de las actividades de la fase de implementación del proyecto.

- Recursos

Los recursos asignados al proyecto corresponden al ahora denominado talento humano, los equipos, materiales e insumos, los cuales fueron listados en archivo de *Microsoft Project* especificando los tipos, cantidades y costos.

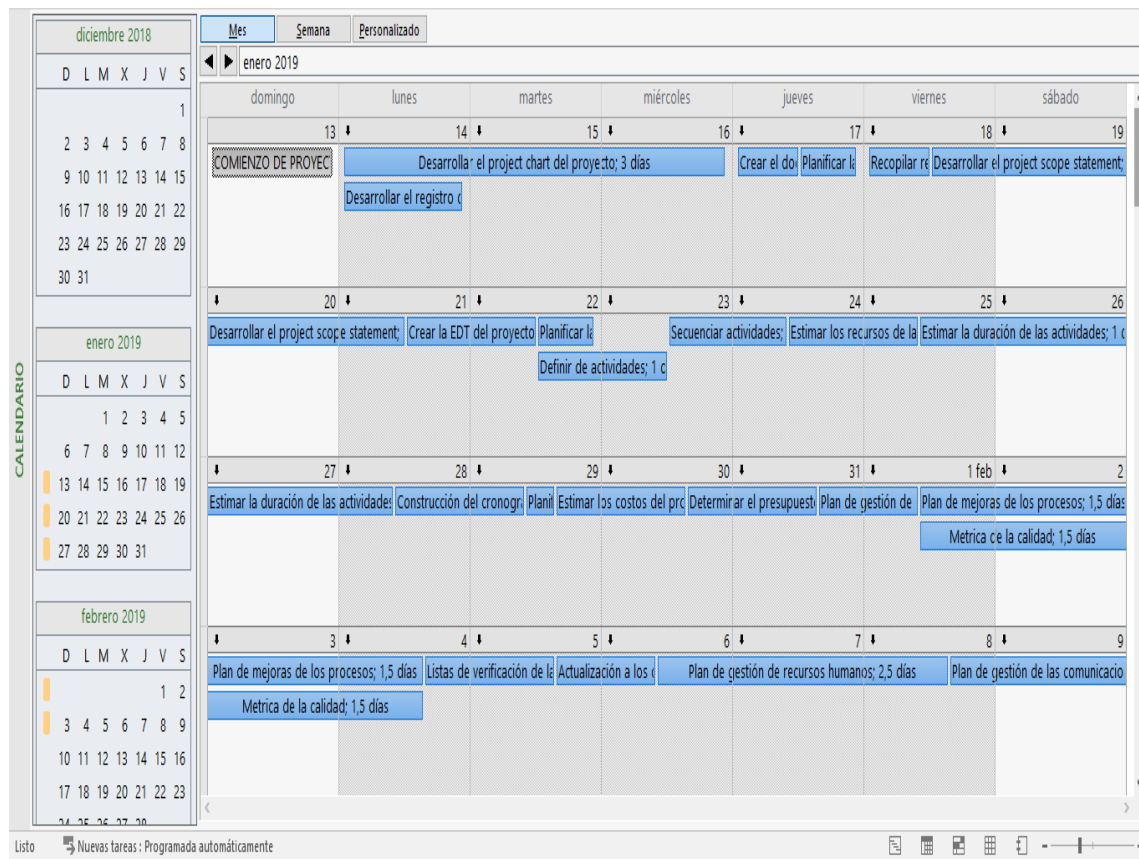


Figura 15. Calendario Microsoft Project.

Fuente: Microsoft Project.

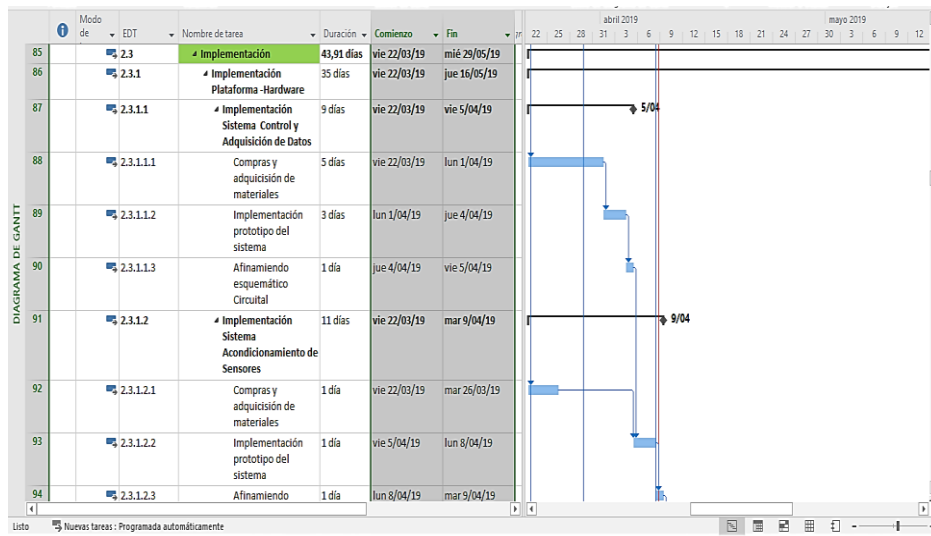


Figura 16. Cronograma Microsoft Project.

Fuente: Construcción del autor

• Hoja de recursos

La Figura 17 muestra algunos de los recursos asignados al proyecto, por su parte el archivo de *Microsoft Project* adjunto al documento contiene la totalidad del talento humano, recursos e insumos asignados al proyecto.

	Nombre del recurso	Tipo	Etiqueta de	Iniciales	Grupo	Capacidad	Tasa estándar	Tasa horas	Costo/Us	Acumu	Calendario
1	ING ELECTRONICO	Trabajo		IE		100%	\$ 15.625/hora	\$ 19.531/hora	\$ 0	Prorrteo	Calendaric
2	ING GERENTE DE PROYECTO	Trabajo		IGP		100%	\$ 21.875/hora	\$ 27.343/hora	\$ 0	Prorrteo	Calendaric
3	ING MECATRÓNICO	Trabajo		IM		100%	\$ 15.625/hora	\$ 19.531/hora	\$ 0	Prorrteo	Calendaric
4	EQ6-impresora	Material		EQ6			\$ 4.225		\$ 0	Prorrteo	
5	EQ7-Multímetro	Material		EQ7			\$ 14.875		\$ 0	Prorrteo	
6	EQ8-Osciloscopio	Material		EQ8			\$ 87.500		\$ 0	Prorrteo	
7	EQ9-fuente dc	Material		EQ9			\$ 21.875		\$ 0	Prorrteo	
8	EQ10-estación de soldadura	Material		EQ10			\$ 40.625		\$ 0	Prorrteo	
9	EQ11-Computador de mesa	Material		EQ11			\$ 0		\$ 0	Prorrteo	
10	EQ12-Teléfono celular con plan anual de minutos y datos	Material		EQ12			\$ 0		\$ 0	Prorrteo	
11	EQ13-laptop_ing	Material		EQ13			\$ 55.814		\$ 0	Prorrteo	
12	EQ14-Mouse_ing	Material		EQ14			\$ 523		\$ 0	Prorrteo	
13	EQ15-teclado_ing	Material		EQ15			\$ 523		\$ 0	Prorrteo	
14	EQ16-pad mouse_ing	Material		EQ16			\$ 263		\$ 0	Prorrteo	
15	EQ17-monitor_ing	Material		EQ17			\$ 10.465		\$ 0	Prorrteo	
16	EQ18-Licencia office_ing	Material		EQ18			\$ 3.953		\$ 0	Prorrteo	
17	MT1-Raspberry pi mas accesorios	Material		MT1			\$ 280.000		\$ 0	Prorrteo	
18	MT2-Microcontrolador	Material		MT2			\$ 18.000		\$ 0	Prorrteo	
19	MT3-Programador microcontrolador	Material		MT3			\$ 15.000		\$ 0	Prorrteo	
20	MT4-Paquete componentes electrónicos	Material		MT4			\$ 23.529		\$ 0	Prorrteo	
21	MT5-Protoboard	Material		MT5			\$ 12.000		\$ 0	Prorrteo	
22	MT6-Cable awg 14"x10m	Material		MT6			\$ 7.000		\$ 0	Prorrteo	
23	MT7-Cable utp Cat5ex10m	Material		MT7			\$ 1.600		\$ 0	Prorrteo	
24	MT8-Software diseño electrónico	Material		MT8			\$ 11.688		\$ 0	Prorrteo	
25	MT9-Software programación microcontroladores	Material		MT9			\$ 21.429		\$ 0	Prorrteo	

Figura 17. Hoja de recursos Microsoft Project.

Fuente: Microsoft Project.

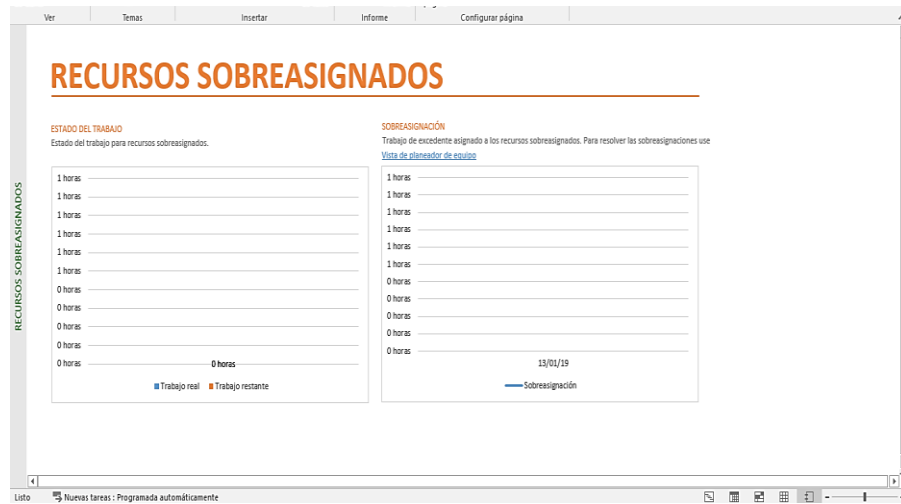


Figura 19. Asignación de recursos por actividad Microsoft Project.

Fuente: Microsoft Project.

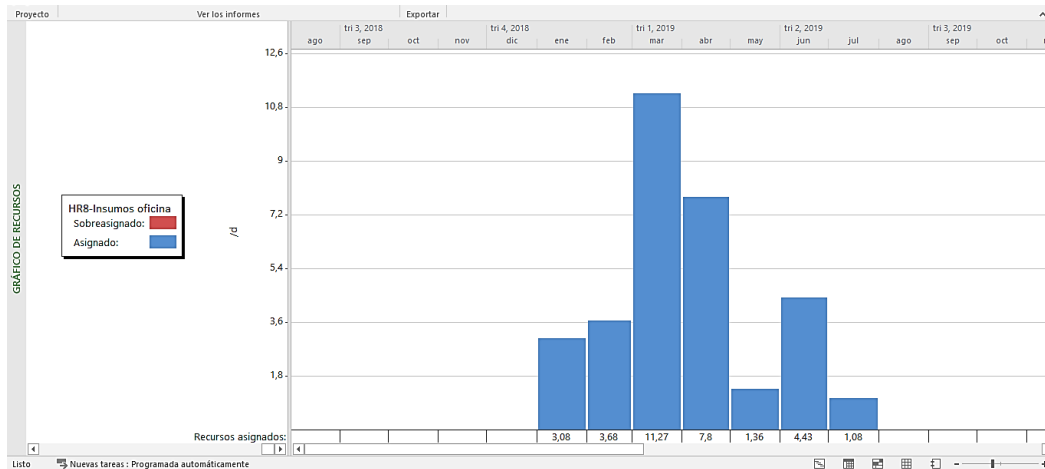


Figura 20. Nivelación de recursos insumos Microsoft Project.

Fuente: Microsoft Project.

- Desempeño

• Curva S desempeño

La curva de desempeño se construyó tomando los valores del cronograma del proyecto realizado en el software *Microsoft Project*; la duración total del proyecto se dividió en 5 periodos mensuales con fecha de corte el día octavo de cada mes y un periodo inicial con duración de 17

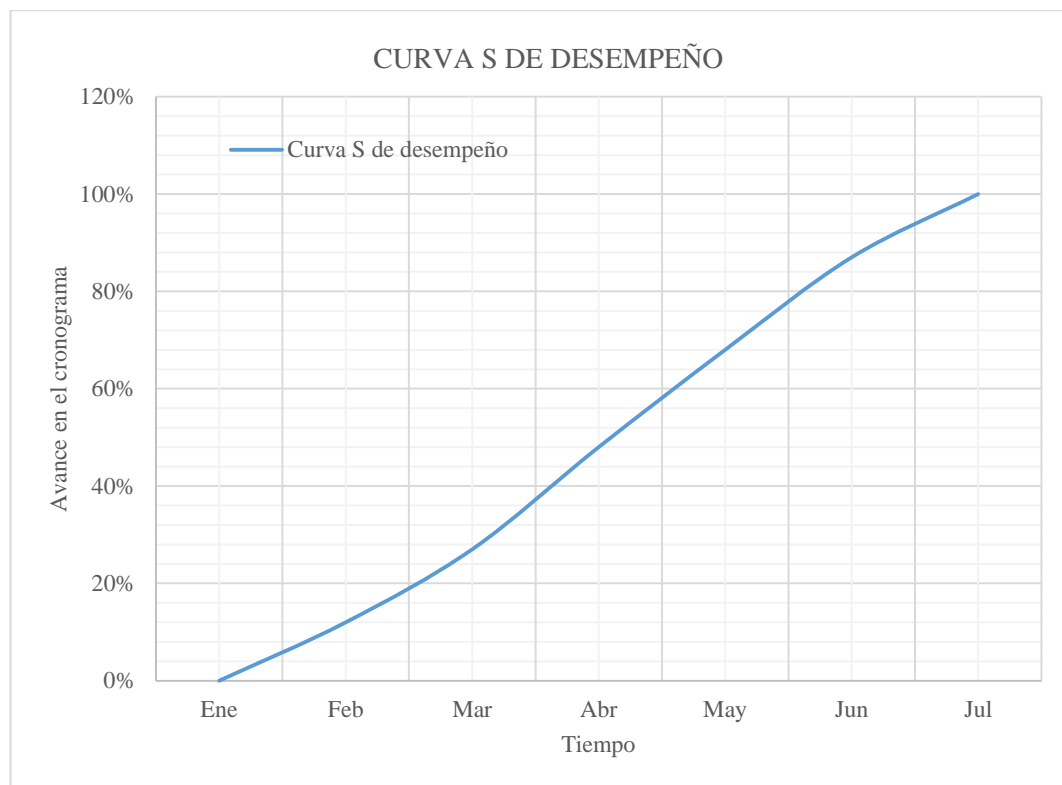
días; posteriormente se elaboró la simulación de avance en el software *Microsoft Project* donde se obtuvieron los datos mostrados en la **Tabla 23**.

Tabla 23. Resultado de la simulación del avance del cronograma.

PORCENTAJE COMPLETADO VS TIEMPO							
Tiempo (días laborales)	0	20	20	20	19	21	19
Porcentaje completado	0%	12%	27%	48%	68%	87%	100%

Fuente: Construcción del autor

Seguidamente se elaboró la curva S de desempeño del proyecto, la cual se muestra en la Gráfica 2.



Gráfica 2. Curva S de desempeño del proyecto.

Fuente: Construcción del autor

Esta gráfica muestra el comportamiento del avance en el cronograma respecto al tiempo.

- SPI

El índice de desempeño del cronograma o SPI¹⁴, es una medida de qué tan bien está avanzando el trabajo respecto a lo planificado; la forma para calcularlo es dividir el valor ganado EV entre el valor planificado PV y define la proporción entre lo que se hizo real mente y lo que se planifico hacer (St-Martin & Fanno, 2010); en primer lugar presentamos los datos generales del proyecto en la **Tabla 24**:

Tabla 24. Datos generales del proyecto.

DATOS GENERALES DEL PROYECTO	
Fecha Inicio	1/14/2019
Fecha finalización	7/8/2019
Presupuesto BAC	60,85
Duración (días)	118,98

Fuente: Construcción del autor

El presupuesto está dado en millones y se toma antes de la reserva de contingencia y gestión. Seguidamente, simulamos el avance del proyecto a la fecha de corte del 8 de mayo del 2019, con un porcentaje de avance acumulado específico¹⁵ y un costo actual AC¹⁶ asociado a cada uno de los entregables de la *EDT* a segundo nivel; el cálculo del AC se realizó aplicando una variación del 20% adicional al valor planeado de cada entregable y el cálculo del porcentaje de avance acumulado se realizó aplicando un decremento al porcentaje de avance planeado de acuerdo a la

Tabla 25:

Tabla 25. Descuento al porcentaje de avance.

EDT	% Decremento
1.1	2%
1.2	3%

¹⁴ SPI es el acrónimo en inglés del índice de desempeño de cronograma; en adelante se usará esta notación

¹⁵ El porcentaje de avance acumulado se define con el acrónimo AV. en adelante se usará esta notación

¹⁶ AC es el acrónimo en inglés para el costo actual; en adelante se usará esta notación.

1.3	4%
1.4	5%
1.5	6%
1.6	7%

Fuente: Construcción del autor

En la **Tabla 26** se muestra el valor planificado, costo actual y porcentaje de avance para cada fecha de corte de la simulación; partiendo de estos datos y tomando en cuenta que el valor ganado EV^{17} se obtiene multiplicando el porcentaje de avance acumulado y el presupuesto planeado, se procedió a calcular el EV para cada uno de los entregables de la EDT a segundo nivel. Los resultados se muestran en la Tabla 27.

Partiendo de estos resultados se calcularon los indicadores SV , SPI , EAC_t y $TSPI^{18}$. En la **Tabla 28** se muestran los resultados:

Tabla 26. Valor planificado, costo actual y porcentaje de avance.

	2/8/2019			3/8/2019			4/8/2019			5/8/2019		
EDT	PV	AC	AV	PV	AC	AV	PV	AC	AV	PV	AC	AV
1.1	-	-	0,0%	1,82	2,19	90,6%	0,14	0,17	98,0%	-	-	98,0%
1.2	-	-	0,0%	-	-	0,0%	10,41	12,49	97,0%	-	-	97,0%
1.3	-	-	0,0%	-	-	0,0%	6,05	7,25	26,9%	10,72	12,87	81,8%
1.4	-	-	0,0%	-	-	0,0%	-	-	0,0%	-	-	0,0%
1.5	-	-	0,0%	-	-	0,0%	-	-	0,0%	-	-	0,0%
1.6	6,18	7,42	24,8%	4,47	5,36	47,8%	2,32	2,78	59,7%	2,16	2,59	70,8%
Valor por periodo	6,18	7,42	N/A	6,29	7,55	N/A	18,91	22,70	N/A	12,88	15,46	N/A
Valor acumulado	6,18	7,42	N/A	12,47	14,97	N/A	31,39	37,66	N/A	44,27	53,13	N/A

Fuente: Construcción del autor

¹⁷ EV es la sigla en inglés del valor ganado. En adelante usaremos esta notación.

¹⁸ SV , EAC_t y $TSPI$ son las siglas en inglés correspondientes a la variación del cronograma, el tiempo estimado para finalizar el proyecto y el índice del rendimiento del cronograma por completar respectivamente. En adelante usaremos esta notación.

Tabla 27. Cálculos del valor ganado

Cálculos del valor ganado					
EDT	Ene	Feb	Mar	Abr	May
1.1	-	-	1,78	1,93	1,93
1.2	-	-	-	10,09	10,09
1.3	-	-	-	5,26	15,99
1.4	-	-	-	-	-
1.5	-	-	-	-	-
1.6	-	4,82	9,29	11,61	13,77
V.G acumulado	-	4,82	11,07	28,89	41,78

Fuente: Construcción del autor

Tabla 28. Indicadores de desempeño del cronograma.

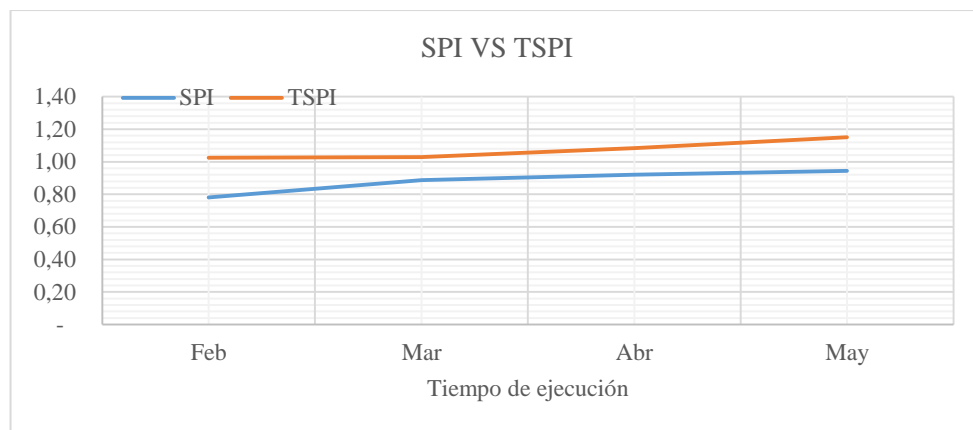
Indicadores de desempeño del cronograma				
Indicador	Feb	Mar	Abr	May
SV	- 1,36	- 1,40	- 2,49	- 2,49
SPI	0,78	0,89	0,92	0,94
EAC_t	152,55	134,02	129,25	126,08
TSPI	1,02	1,03	1,08	1,15

Fuente: Construcción del autor

Como podemos observar, con las condiciones de avance propuestas para la fecha de corte de la simulación, el índice de desempeño de cronograma (SPI) comenzó en febrero con un valor de 0,78 y la duración estimada del mismo se incrementó a 152,55 días; también podemos ver que en cada periodo el indicador SPI se va acercando más al valor unitario, lo cual indica que el tiempo estimado para la finalización del proyecto se acerca en gran medida a lo planeado, sin embargo, en todas las fechas de corte se evidencia un retraso, ya que la variación del cronograma SV es negativa.

Otro aspecto para tener en cuenta es el comportamiento de los indicadores TSPI y SPI, los cuales hacen referencia al índice de desempeño del cronograma para todo el proyecto y el índice de desempeño del cronograma del trabajo en curso. La Gráfica 3 muestra el comportamiento de las dos variables:

Se puede observar que a pesar de que el índice de desempeño para todo el proyecto está por encima de uno y aparentemente no refleja ningún retraso, el índice del trabajo en curso para los cuatro periodos es menor que uno, lo cual implica que desde el inicio se estaban presentando retrasos.



Gráfica 3. Comportamiento del SPI frente al TSPI.

Fuente: Construcción del autor

- Plan de gestión del costo

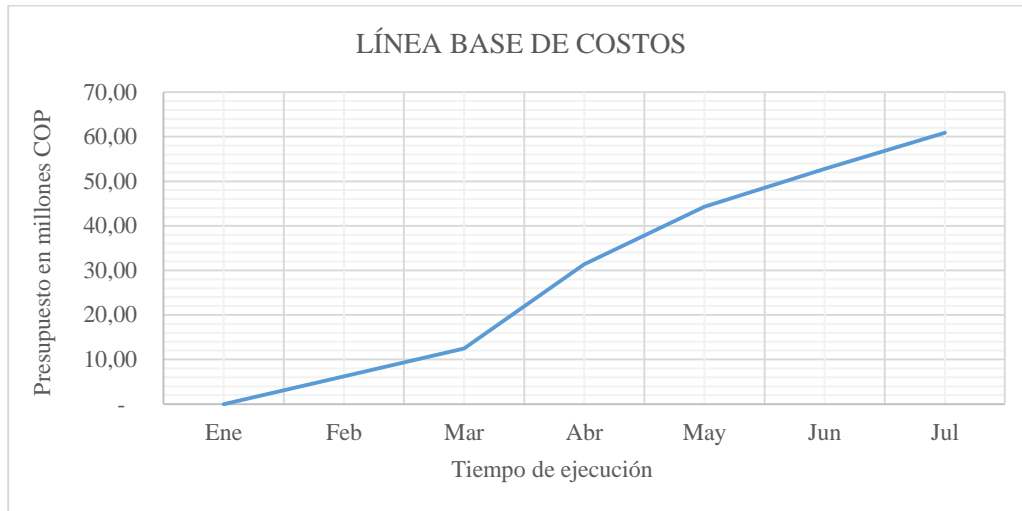
El plan de gestión de costos se presenta en el Anexo T de este documento.

- Estructura desagregación de costos

Para el proyecto la estructura de desagregación de los costos contempla tanto los costos directos como los indirectos, lo cuales pueden observarse al detalle en la Figura 10; por su parte en la Tabla 4 se presenta la estimación de los costos de los entregables del proyecto a tercer nivel de desagregación en décimas de millón.

- Línea base del costo

La línea base de costos se definió en el archivo del proyecto realizado en el software de programación *Microsoft Project*. Posteriormente se generó la gráfica que se puede apreciar en la Gráfica 4.



Gráfica 4. Línea base de costos

Fuente: Construcción del autor

Los detalles del diseño de esta gráfica serán descritos en el apartado Curva S presupuesto.

- Memoria del cálculo de la estimación de costos

La estimación del costo se realizó aplicando el modelo de estimación de tres puntos (optimista, pesimista y más probable); en el Anexo U se aprecian las memorias del cálculo.

- Presupuesto

- Desempeño

El desempeño del presupuesto se analizará por medio de la curva S de presupuesto y el índice de desempeño de cronograma CPI. A continuación se describen:

- Curva S presupuesto

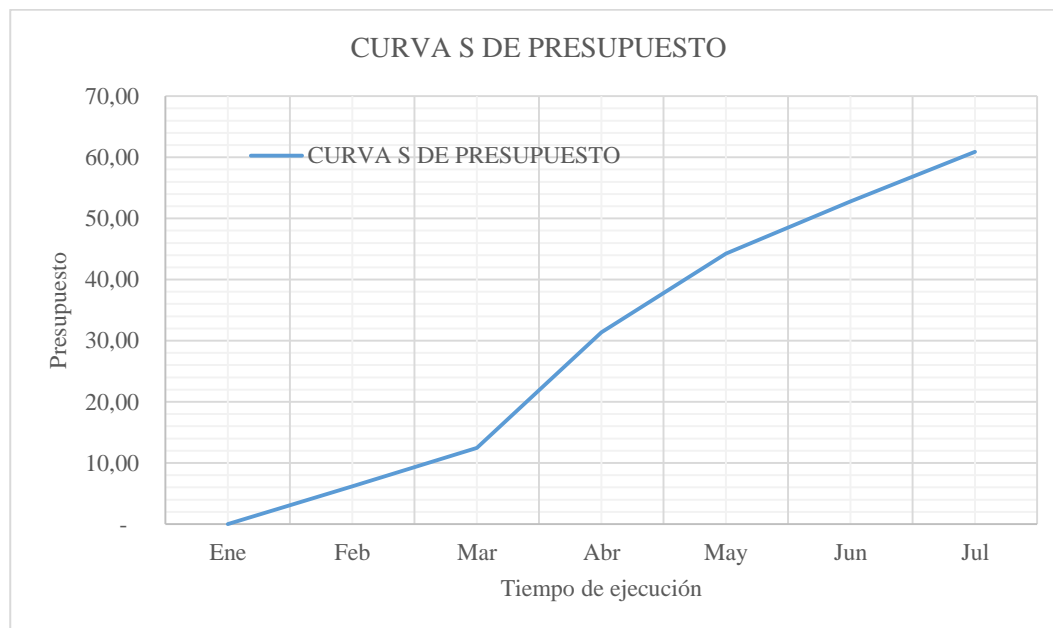
La curva de presupuesto se construyó tomando los valores del cronograma realizado en el software *Microsoft Project*; la duración total del proyecto se dividió en 5 periodos mensuales con fecha de corte el día octavo de cada mes y un periodo inicial con duración de 17 días; posteriormente se elaboró la simulación de avance en el software *Microsoft Project* y se construyó la tabla indicada en la **Tabla 29**.

Tabla 29. Gráfica del presupuesto planeado vs tiempo

Presupuesto Planeado vs Tiempo							
Tiempo	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul
Presupuesto	0,00	6,18	12,47	31,39	44,27	52,76	60,89

Fuente: Construcción del autor

Partiendo de estos datos se elaboró la gráfica correspondiente a la curva S de presupuesto mostrada en la Gráfica 5.



Gráfica 5. Curva S de presupuesto.

Fuente: Construcción del autor

A continuación haremos el análisis del índice de desempeño del cronograma CPI, partiendo de los resultados obtenidos en la simulación del apartado Desempeño del cronograma o SPI.

- CPI

El índice de desempeño del costo SPI¹⁹ es una medida de que tan eficiente se está gastando el presupuesto del proyecto y define cual es la porción del trabajo hecho frente a lo que se ha gastado (St-Martin & Fanno, 2010). Para llevar a cabo el análisis tomaremos los resultados de la simulación hecha en el apartado índice de desempeño de cronograma SPI, donde se tomaba como periodo de evaluación el 8 de mayo de 2019, con un incremento del 20% en el costo actual del proyecto y una reducción del porcentaje de avance de acuerdo a la tabla de la **Tabla 25**. La **Tabla 30** muestra el valor ganado acumulado, el valor planeado acumulado y el costo actual acumulado de la simulación realizada.

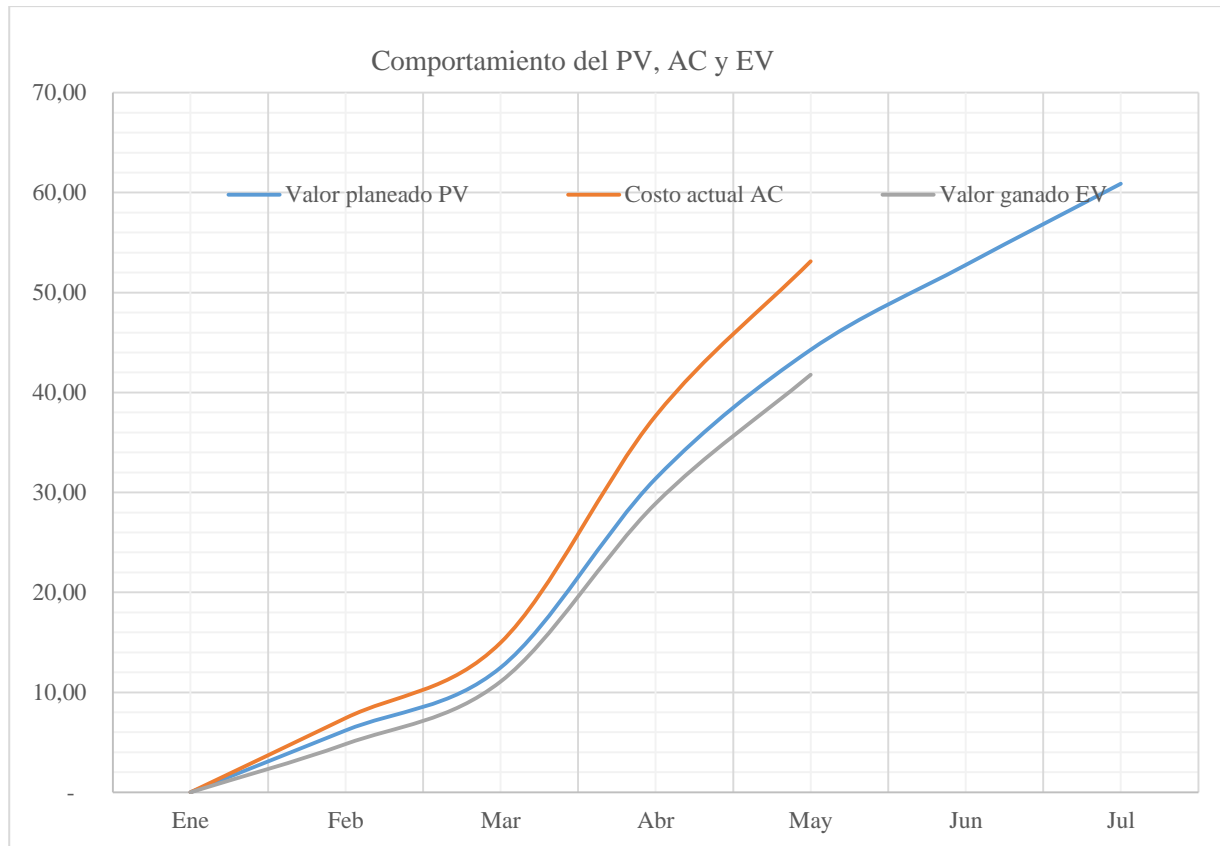
Tabla 30. Valor planeado, costo actual y valor ganado.

INDICADORES DE COSTO							
Indicadores	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul
Valor planeado PV	0,0	6,18	12,47	31,39	44,27	52,76	60,89
Costo actual AC	0,0	7,42	14,97	37,66	53,13	53,13	53,13
Valor ganado EV	0,0	4,82	11,07	28,89	41,78		

Fuente: Construcción del autor

En la Gráfica 6 se muestra el comportamiento del valor planeado, costo actual y valor ganado hasta la fecha de corte del 8 de mayo de 2019.

¹⁹ CPI es el acrónimo en inglés del índice de desempeño de costo; en adelante se usará esta notación



Gráfica 6. Comportamiento del PV, AC y EV.

Fuente: Construcción del autor

Seguidamente se calcularon los indicadores de costo del proyecto los cuales se muestran en la **Tabla 31**²⁰:

Tabla 31. Indicadores de costo del proyecto.

INDICADORES DE COSTO				
Indicador	Feb	Mar	Abr	May
CV	-2,60	-3,89	-8,77	-11,35
CPI	0,65	0,74	0,77	0,79
EAC	63,49	64,78	69,66	72,24
ETC	56,07	49,81	32,00	19,11
VAC	-2,60	-3,89	-8,77	-11,35

Fuente: Construcción del autor

²⁰ CV, EAC, ETC y VAC son las siglas en inglés para la variación del costo, proyección de la estimación hasta la conclusión, proyección del costo total hasta la conclusión y la variación a la conclusión. En adelante se utilizará esta notación.

Respecto al indicador de variación de costo CV, podemos evidenciar que en los cuatro periodos evaluados su valor es negativo creciente, por lo cual se ha gastado más de lo estimado; lo anterior es congruente con el comportamiento del índice de desempeño del presupuesto CPI, el cual es menor que la unidad durante los periodos evaluados; estos sobrecostos se dan porque en la simulación se supuso que el costo actual era el valor planeado VP incrementado un 20%.

Respecto a la estimación del costo del proyecto, vemos que tiene un comportamiento positivo creciente y es mayor al presupuesto del proyecto²¹, lo que significa que en las condiciones bajo las cuales realizamos la simulación, el costo del proyecto va a ser mayor que el valor planeado. El indicador ETC está relacionado con el EAC, ya que nos dice cuánto dinero hace falta para completar el proyecto.

En referencia a la variación del costo al concluir el proyecto VAC, vemos que en los cuatro periodos evaluados el valor de este indicador es negativo en las fechas de corte evaluadas, por lo cual se puede deducir que en el escenario planteado el proyecto va a tener sobrecostos. Finalmente, bajo las condiciones de simulación planteadas, podemos concluir que a la fecha de corte del 8 de mayo de 2019, el proyecto costará 72,24 millones COP²² y nos faltarán 19,11 millones COP para concluirlo.

- Plan de gestión de la calidad

El plan de gestión de calidad del proyecto se presenta en el Anexo V de este documento.

- Métrica de calidad

En lo que respecta al control de la calidad del proyecto, se plantearon las métricas que se presentan en la Figura 21:

²¹ El presupuesto del proyecto o BAC fue definido en el análisis del índice de desempeño del cronograma con un valor de 60,89 millones COP; este no incluye reservas.

²² Este presupuesto no incluye las reservas de contingencia ni administración.

QUALITY METRIC

Project Title: Sistema de esterilización de instrumentos quirúrgicos	
Project Sponsor: Director General de la clínica	Date Prepared: 2018-06-24
Project Manager: Gerente de Proyecto	Project Customer: Clínica

ID	Ítem	Metric	Measurement Method
1.	Capacitación al personal de la clínica que operará el Sistema.	100%	Nº total personal que opera el sistema / Nº. total personal capacitado * 100
2.	Variación de diseños.	≤5%	\sum mediciones de diseño / \sum variaciones de medición * 100
3.	Verificación requerimientos de informes del sistema.	100%	Nº. total de informes requeridos / Nº. total de informes generados por el sistema * 100
4.	Seguimiento al cumplimiento del cronograma de proyecto.	100%	Nº. de días empleados en la ejecución de actividades / Nº. de días proyectados para la ejecución de actividades*100
5.	Seguimiento a la ejecución del presupuesto del proyecto.	100%	Presupuesto ejecutado / presupuesto programado de ejecución*100

Figura 21. Métricas de calidad proyecto SEIG.

Fuente: Construcción del autor

- Plan de mejora de procesos

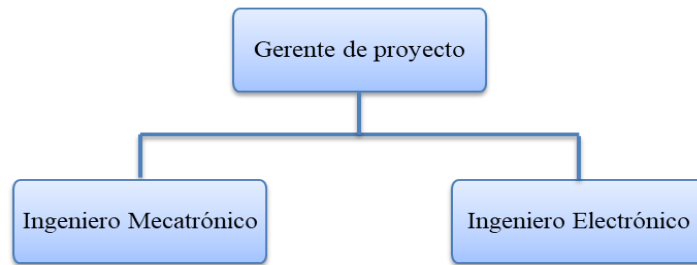
El plan de mejora de procesos se expone en el Anexo W de este documento para tres de los 47 procesos del PMI.

- Plan de gestión de recursos humanos

En formato del plan de gestión de los recursos humanos se expone en el Anexo X de este documento.

- Estructura de desagregación de recursos humanos

El equipo de proyecto está conformado por tres personas que desempeñaran los cargos descritos en la Gráfica 7.



Gráfica 7. Estructura de desagregación de los recursos humanos

Fuente: Construcción del autor

- Estimación de necesidades

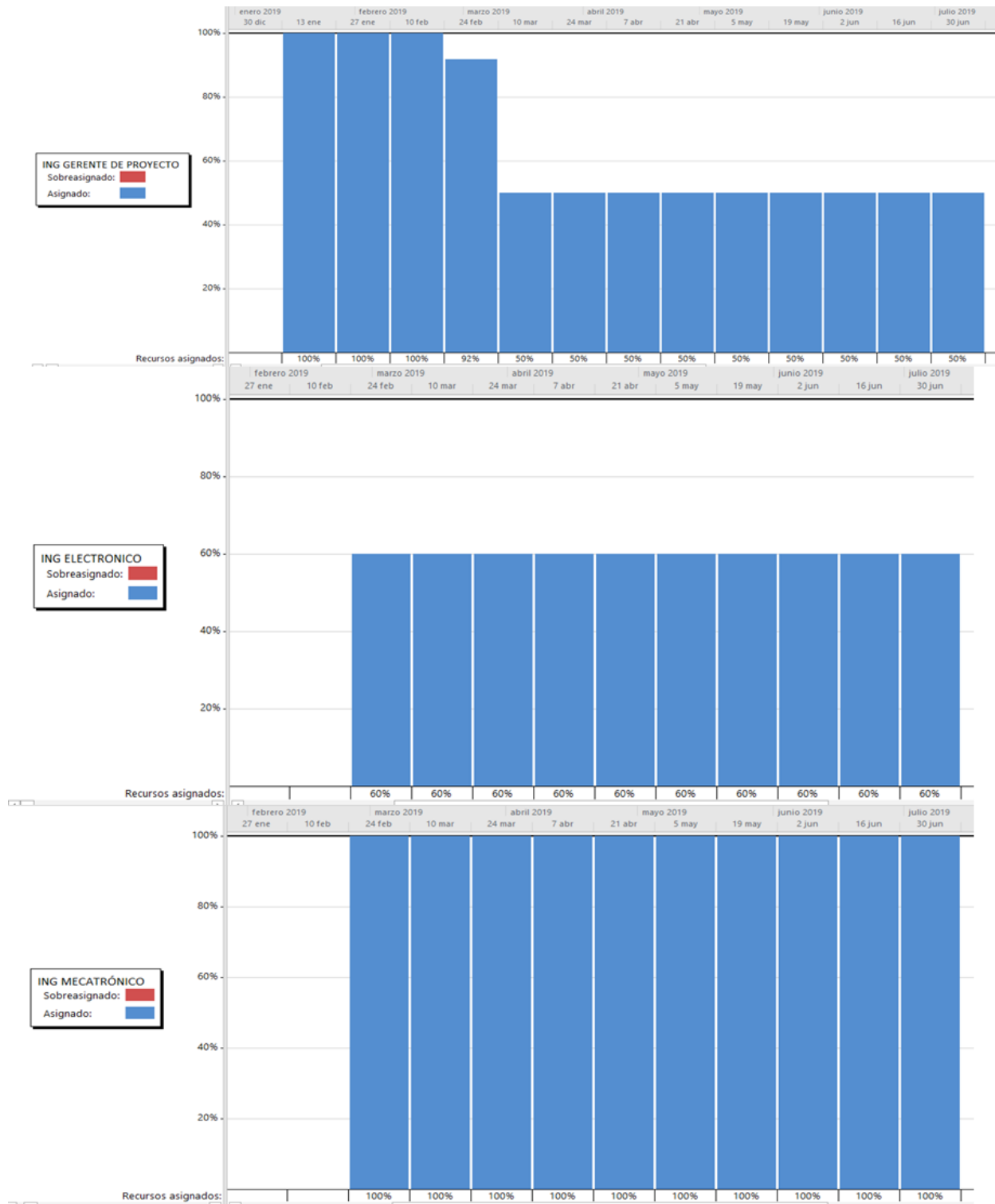
El proyecto será desarrollado en un espacio otorgado por la entidad, el cual estará dotado de escritorios, sillas y mesas de trabajo, así como servicios públicos e internet; este espacio de trabajo será concedido en préstamo directamente por la entidad; por otro lado, los equipos como computadores, instrumentos de medición y demás serán suministradas directamente por el proyecto. El histograma de recursos humanos proyectado se muestra en la Gráfica 8, donde se pueden apreciar los porcentajes asignados a cada integrante del equipo de trabajo.

- Matriz RACI

En la Figura 22 se presenta la matriz RACI del proyecto, en la cual, se describen las responsabilidades que tiene cada uno de los integrantes del proyecto frente al desarrollo de los diferentes paquetes de trabajo a tercer nivel.

- Roles y responsabilidades

El equipo de proyecto está conformado por un gerente de proyecto, un ingeniero electrónico y un ingeniero mecatrónico como se ilustra en la Gráfica 7. La definición de roles y responsabilidades para cada uno de estos se evidencia en el formato de *Roles and responsibilities* expuesto en el Anexo Y de este documento.



Gráfica 8. Histogramas de recursos humanos

Fuente: Microsoft Project.

RESPONSIBILITY ASSIGNMENT MATRIX

Project Title: Sistema de esterilización de instrumentos quirúrgicos	
Project Sponsor: Director General de la clínica	Date Prepared: 2018-06-24
Project Manager: Gerente de Proyecto	Project Customer: Clínica

Código EDT	Gerente Proyecto	Ingeniero Mecatrónico	Ingeniera Electrónica
1.1.1	I/C	R/A	R/A
1.2.1	I	R/A	C
1.2.2	I	C	R/A
1.2.3	I	R/A	C
1.2.4	I	C	R/A
1.3.1	I	R/A	C
1.3.2	I	C	R/A
1.3.3	I	R/A	C
1.3.4	I	C	R/A
1.4.1	C/I	R/A	R/A
1.5.1	C/I	R/A	R/A
1.6.1	R/A	C	C
1.6.2	R/A	C	C
1.6.3	R/A	C/I	C/I
1.6.4	R/A	C/I	C/I
1.6.5	R/A	C/I	C/I
<p>R = Responsible: The person performing the work. A= Accountable: The person who is answerable to the project manager that the work is done on time, meets requirements, and is acceptable. C = Consult: The person who has information necessary to complete the work. I = Inform: This person should be notified when the work is complete. Gerente de Proyecto: Ingeniero Alexander Bautista Alemán Ingeniera electrónica: María José Alemán Herrera Ingeniero Mecatrónico: David González.</p>			

Figura 22. Matriz RACI proyecto SEIQ.

Fuente: Construcción del autor

- Incentivos y recompensas

Teniendo en cuenta que el proyecto SEIQ es de pequeño tamaño, no se contemplaron incentivos económicos de ningún tipo; por otra parte, se ofrece la posibilidad de trabajar el 50% desde casa para las actividades que implican el desarrollo de código fuente para los módulos de software y hardware.

- Plan de gestión de las comunicaciones

La gestión de las comunicaciones se realizará de forma personal mediante reuniones y virtual empleando el correo electrónico; así a continuación se presentarán los aspectos más relevantes del plan:

- Guía para llevar a cabo reuniones

En el desarrollo de las reuniones se dará incumplimientos a los siguientes lineamientos:

1. Durante el proyecto se llevará a cabo una reunión semanal para evaluar el estado del proyecto y una reunión mensual para evaluar el porcentaje de avance del mismo.
2. Para reuniones fuera de cronograma, se deberá enviar convocatoria a los asistentes requeridos, con mínimo dos (2) días de anterioridad a la reunión y se les enviará el temario a desarrollar. Las reuniones que se desarrollarán de forma semanal y mensual son convocadas los cinco (5) primeros días del mes.
3. En caso de que alguno de los convocados no pueda asistir debe informar su ausencia y delegar un representante para que asista a la reunión.
4. Se debe desarrollar todo el temario propuesto sin exceder los tiempos establecidos para cada reunión.
5. Al iniciar la reunión se leerá el acta de la reunión anterior, a fin de contextualizar a los asistentes sobre el desarrollo de los diferentes temas y compromisos establecidos.
6. Se debe elaborar un acta de reunión, la cual debe ser firmada por todos los asistentes una vez termina la reunión.

- Guía para la gestión de comunicaciones mediante correo electrónico

Los aspectos a tener en cuenta para el uso del correo electrónico como medio de comunicación del proyecto son:

1. Todas las comunicaciones que deban ser dirigidas al Sponsor deben ser remitidas al Gerente de proyecto quien es la única persona autorizada para comunicar al Sponsor.

2. Cuando el gerente de proyecto envíe un correo electrónico a varios destinatarios realizando solicitudes, éstos deben ser respondidas al gerente de proyecto solamente, evitando responder a todos, sobre todo cuando en estos se traten temas de carácter informativo.

3. Se deben atender normas de cortesía en las comunicaciones mediante correo electrónico, de este modo los correos se escribirán usando el lenguaje adecuado, estructurando párrafos cortos y siendo precisos en lo que se desea comunicar.

- Guías para el manejo de la documentación del proyecto

La documentación que se genere a lo largo del proyecto será administrada y custodiada por el Gerente de Proyecto, por su parte todos los documentos producidos en físico deben ser digitalizados y codificados para su adecuado almacenamiento en formato digital de acuerdo con la Figura 23:

Rótulo 1	Espacio	Rótulo 2	Línea baja	Rótulo 3	Punto	Rótulo 4
----------	---------	----------	------------	----------	-------	----------

Figura 23. Codificación de la información.

Fuente: Construcción del autor.

A continuación se explica cada uno de los rótulos:

- Rótulo 1: Número de documento asignado de forma cronológica.
- Rótulo 2: Nombre del documento con longitud de máximo diez caracteres.
- Rótulo 3: Versión del documento, usando la letra v minúscula y un número.
- Rótulo 4: Se refiere a la extensión del documento (DOC. PDF, PNG, XLS)

Los documentos generados de forma electrónica deben ser codificados de acuerdo con la estructura expuesta anteriormente; en cuanto al almacenamiento de documentos para el proyecto se han definido las siguientes directrices:

- Los documentos físicos, electrónicos y las imágenes digitalizadas generadas como producto del desarrollo del proyecto son responsabilidad del gerente de proyecto, por tanto, es quien debe garantizar que sean archivados y custodiados de forma correcta.
- Cuando se da el inicio al proyecto se debe hacer el requerimiento al departamento de TI para que se cree la carpeta correspondiente al proyecto en el servidor de la compañía, en ella se almacenarán las imágenes de los documentos digitalizados.
- Las imágenes correspondientes a los documentos del proyecto se almacenarán únicamente en el servidor de la entidad, en la carpeta creada para el proyecto, la cual debe ser gestionada por la persona que delegue el gerente de proyecto para realizar esta labor.
- Cada uno de los miembros del proyecto de acuerdo a su rol podrá acceder a la carpeta del proyecto, a fin de que puedan consultar la información necesaria para el desarrollo de sus labores.
- A los documentos físicos se les dará tratamiento archivístico, de modo que se organicen atendiendo pautas en materia de gestión documental.
- Los documentos electrónicos, tales como: códigos fuentes y de programación serán almacenados con un control de versiones donde se mencionen brevemente las modificaciones y/o correcciones que se ha ejecutado sobre el mismo.
- Se realizará un *Backup* semanal el cual contendrá los códigos de programación trabajados a lo largo de la semana por cada uno de los desarrolladores e igualmente, se hará un *Backup* semanal de la carpeta correspondiente al proyecto, a fin de mitigar el riesgo de pérdida de información.

- Al final de cada fase el gerente de proyecto será el encargado verificar el correcto manejo documental del proyecto, de modo que garantice que las versiones finales efectivamente corresponden a las que están archivadas.

Para llevar a cabo la recuperación y reparto de documentos correspondientes al proyecto, se han definido las siguientes reglas:

- El acceso al volumen de *Backup* del servidor de la entidad estará restringido para todo el equipo del proyecto.
- La recuperación de los documentos se llevará a cabo mediante el acceso al volumen de *Backup* del servidor de la entidad, el cual debe solicitarse de manera temporal por el director de proyecto o autorizados mediante correo electrónico al área de TI.
- La difusión de información del proyecto de forma física o electrónica a terceros es responsabilidad exclusiva del Gerente de proyecto.
- La recuperación de los códigos de programación trabajados por los desarrolladores podrá ser solicitado por estos mismos mediante correo electrónico con previo visto bueno por parte del Gerente de Proyecto.
- Guías para el control de versiones

1. El control de versiones de los documentos se llevará a cabo insertando al final de cada documento los campos mostrados en la Figura 24:

Código de versión	Elaboró	Modificó	Aprobado	Fecha	Motivo

Figura 24. Cuadro de control de versiones.

Fuente: Construcción del autor

2. Cada vez que se modifique un documento se debe diligenciar esta tabla con la información solicitada. Es importante diligenciar todos los campos con información clara.

3. El código de versión es un número arábigo seguido de punto cero (.0), que empieza desde 1, el cual es utilizado para identificar de forma rápida cuantas modificaciones ha tenido un documento, de este modo la versión 1.0 de un documento corresponderá a su versión inicial y la primera modificación corresponderá a la versión 2.0 y así sucesivamente.

- Guía para tratar polémicas

1. En las reuniones semanales se va a acordar abrir un espacio para discutir las polémicas que se generen a lo largo de la semana.

2. Las polémicas serán revisadas con los involucrados para definir el procedimiento de solución, responsable de ejecutarlo y el tiempo estimado para realizarlo; estas serán consignadas en el formato de registro de polémicas descrito en el Anexo Z y servirá de seguimiento para garantizar que cada una de estas sean resueltas de la mejor forma; finalmente, posterior a la solución, se realizará un proceso de análisis que permita establecer la efectividad de la misma.

Cuando una polémica no ha sido resuelta por el método de solución establecido y haya evolucionado hasta convertirse en un problema, se debe aplicar el siguiente procedimiento:

- Paso 1: El problema será escalado al Gerente de Proyecto para que este adelante un trabajo conjunto con el equipo de trabajo, aplicando técnicas de resolución de conflictos y así se establezca la mejor alternativa de solución y se emprendan las acciones correspondientes.
- Paso 2: En caso de que el paso 1 haya sido fallido, el problema se escala a un grupo de solución conformado por el Gerente de Proyecto, un representante autorizado del Sponsor y un representante delegado del grupo de trabajo.

- Paso 3: En caso de que el paso 2 no se resuelva el problema, este será escalado directamente al Sponsor el cual se reunirá con el Gerente de Proyecto para acordar una decisión basada en juicio de expertos.
- Paso 4: Finalmente si no se encuentra una solución en el paso 3, el Sponsor será el encargado de tomar una decisión.
 - Procedimiento para actualizar el plan de gestión de las comunicaciones

El plan de comunicaciones deberá actualizarse cada vez que se presente una de las siguientes situaciones:

- Cuando se presente una solicitud de cambio que impacte en gran medida el proyecto en alguno de los ítems de la triple restricción (impacto, tiempo, costo) y esta sea aprobada por el comité de cambios.
- Cuando hay un cambio en los requerimientos de información de los interesados.
- Cuando se presenten cambios en el personal que interviene en el proyecto o cuando se decida hacer un cambio en los roles de los mismos.
- Cuando los requerimientos de información de los interesados no son satisfechos o se presentan deficiencias en los canales de comunicación establecidos en el proyecto.
- Cuando se establezcan acciones de mejora con relación a la gestión de las comunicaciones del proyecto.

La actualización del plan de gestión de las comunicaciones se hará de acuerdo con el siguiente procedimiento:

- Paso 1: Identificación y clasificación de los interesados cuyos requerimientos de información han cambiado.
- Paso 2: Definir los requerimientos de información de los interesados identificados en el paso 1.

- Paso 3: Actualizar la matriz de comunicaciones del proyecto con los requerimientos del paso 2.

- Paso 4: Actualizar el plan de comunicaciones adicionando los cambios hechos a la matriz de comunicaciones durante el paso 3.

- Paso 5: Aprobación del nuevo plan de comunicaciones del proyecto elaborado en el paso 4.

- Paso 6: Publicación y difusión del plan de comunicaciones aprobado en el paso 5.

- Matriz de comunicaciones

En el Anexo AA del presente documento, se presenta la matriz de comunicaciones del proyecto.

- Plan de gestión de riesgos

El plan de gestión de riesgos se expone en el Anexo BB de este documento.

- Matriz de registro, análisis y contingencia

En la Figura 27 del Anexo CC de este documento se expone la matriz de riesgos, análisis y contingencia, en la cual están registrados los riesgos, se realiza la ponderación multiplicando la probabilidad por el impacto y se establecen los planes de contingencia para enfrentar los riesgos en caso de que estos se materialicen.

- Ficha técnica de riesgos

La ficha técnica de riesgos comprende datos tales como la causa del riesgo, análisis de probabilidad e impacto, riesgos secundarios, residuales y plan de contingencia entre otros. Estos datos se encuentran consignados en la matriz de riesgos, análisis y contingencia descrita en el Anexo CC de este documento, por lo que no se hace necesaria la presentación de un documento adicional.

- Plan de gestión de adquisiciones

El plan de gestión de las adquisiciones se expone en el formato *Procurement Management Plan* del Anexo DD de este documento.

- Criterios de selección de proveedores

Los criterios de selección de proveedores definidos para este proyecto se describen en la Tabla 32.

Tabla 32. Criterios de selección de proveedores.

Peso	Criterio
30%	Cumplimiento (tiempo de entrega del producto y cantidades acordadas)
15%	Calidad (Producto entregado, entrega de producto)
30%	Condiciones comerciales (Crédito, descuento, disponibilidad, precios)
15%	Documentación de tipo comercial (Radicación de facturas a tiempo)
10%	Atención al cliente (Solicitudes atendidas, tiempos de respuesta a solicitudes)

Fuente: Construcción del autor

El cumplimiento de cada criterio será proporcional al máximo valor para cada ítem y la selección se realizará de acuerdo al proveedor que tenga más puntaje; en caso de presentarse empate, se definirá por la oferta económica más baja.

- Cronograma de compras y adquisiciones

El cronograma de compras y adquisiciones se presenta en el Anexo EE de este documento; este fue realizado con base a las actividades programadas en el cronograma del proyecto.

- Criterios de evaluación de proveedores

Los criterios de evaluación de proveedores se construyeron a partir de los mencionados anteriormente; en el plan de gestión de adquisiciones descrito en el Anexo DD de este documento se encuentran documentados bajo el rotulo de *Performance Metrics*. La selección se realizará de acuerdo al proveedor que tenga más puntaje y en caso de empate se definirá por la oferta económica más baja.

Otros aspectos importantes tales como el tipo de contrato, métricas de desempeño, criterios de contratación y ejecución de compras, se pueden encontrar en el plan de gestión de adquisiciones del Anexo DD.

- Plan de sostenibilidad

A continuación se presenta el plan de sostenibilidad del proyecto.

Objetivo del plan

Definir estrategias que permitan que el proyecto se desarrolle atendiendo lo dispuesto en materia de sostenibilidad, de modo que las actividades que se llevarán a cabo contribuyan a la protección del medio ambiente y de los derechos fundamentales de todos los interesados del proyecto.

Exclusiones

El proyecto contempla las fases de diagnóstico, diseño, implementación, pruebas, afinamiento, puesta en marcha y gerencia de proyectos, no obstante para efectos de la elaboración de la matriz P5 se consideraron las fases de implementación, pruebas y afinamiento, dado que son las más críticas en cuanto al impacto generado al medio ambiente de acuerdo con los datos obtenidos luego de la medición de la huella de carbono.

Análisis PESTLE

Con objetivo de definir el contexto político, económico, legal y tecnológico que puede impactar tanto de forma positiva como negativa en el desarrollo del proyecto, se optó por realizar el análisis PESTLE; los resultados se muestran en la Figura 31 del Anexo FF.

Los resultados permitieron identificar que existen dos (2) componentes, a saber: legal y tecnológico, que inciden en el proyecto de forma negativa por factores como la legislación en proceso y la tecnología disponible; por tanto, se establecieron estrategias que permiten disminuir

su impacto; del mismo modo fue posible determinar que los componentes político, económico y tecnológico inciden de forma muy positiva en el proyecto por lo que se plantearon estrategias que buscan potenciar dicho efecto.

- Matriz P5

En el Anexo K de este documento se presenta la matriz P5 del proyecto para las fases de implementación y pruebas y afinamiento.

Por su parte, los análisis de la información obtenida mediante el cálculo de la huella de carbono y la identificación de las variables a través del análisis PESTLE y la Matriz P5, permitieron establecer tres (3) estrategias en las que se plantean una serie de actividades para disminuir el impacto ambiental del desarrollo del proyecto; en la Figura 32 del Anexo GG se presentan estas estrategias.

- Plan de HSSE

En aras de establecer buenas prácticas para garantizar la seguridad de los trabajadores asignados al proyecto para la implementación y puesta en marcha de un sistema de esterilización de instrumentos quirúrgicos, se establece el plan HSSE expuesto en el Anexo HH de este documento.

4. Conclusiones y recomendaciones

El método del valor ganado es útil para evaluar el estado de avance de un proyecto y permite identificar si se cometieron errores por exceso o por defecto en la planeación del mismo, sin embargo, en muchas ocasiones el índice de desempeño del proyecto podría dar una percepción errónea, dado que podría no coincidir con el índice de desempeño del trabajo en curso.

El software de programación Microsoft Project es una herramienta que aporta bastante a la gerencia de proyectos, en lo referente a la construcción del cronograma, simulación de avances y seguimiento entre muchas otras.

El juicio de expertos es una de las herramientas más importantes para procesos tales como la generación y secuenciación de actividades, la estimación de recursos, la estimación de la duración del proyecto.

Por su parte la elaboración del trabajo de grado se constituye en la oportunidad de poner en práctica los conocimientos adquiridos a lo largo de la especialización y permite cuestionarse sobre aspectos previamente definidos, toda vez que la planeación del proyecto supone un análisis constante y de permanente mejora.

5. Bibliografía y Referencias

- Aguilar López, C. L., & Obando Navas, J. (2013). Determinación de la frecuencia de infecciones en el sitio operatorio y factores de riesgo asociados en pacientes intervenidos quirúrgicamente de cirugía abdominal de emergencia en el hospital providencial docente AMBATO. (*Disertación previa a la obtención del título de médico*). Quito, Ecuador: Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/5833/T-PUCE-5992.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. Secretaría del Hábitat. (2017). *Hábitat en cifras en las localidades. Localidad Antonio Nariño 2017*. Obtenido de http://habitatencifras.habitatbogota.gov.co/documentos/boletines/Localidades/Antonio_Narino.pdf
- Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. Secretaría del Hábitat. (2018). *Hábitat en cifras en las localidades. Localidad Usaquén 2018*. Obtenido de <http://habitatencifras.habitatbogota.gov.co/documentos/boletines/Localidades/Usaquen.pdf>
- Amestoy Alonso, J. (2013). *El Planeta Tierra en peligro: Calentamiento Global, Cambio Climático, Soluciones*. San Vicente (Alicante), España: Club Universitario.
- Atmel. (2016). *Atmel*. Obtenido de Atmel: <http://www.atmel.com/pt/br/products/microcontrollers/default.aspx>
- Compañía 3M. (s.f.). <http://www.3m.com>. Obtenido de <http://www.3m.com: http://multimedia.3m.com/mws/media/305379O/tiras-quimicas-indicadoras-3m-comply-1250.PDF>

Compañía 3M. (s.f.). *http://www.3m.com*. Obtenido de *http://www.3m.com: http://multimedia.3m.com/mws/media/3053790/tiras-quimicas-indicadoras-3m-comply-1250.PDF*

Dean, R., & Dean, j. (2009). *Introducción a la Programación en Java*. Kansas: Mc Graw Hill.

Departamento de Planeación Nacional. (2009). *Guía metodológica para la formulación de indicadores*. Obtenido de *https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Inversiones%20y%20finanzas%20pblicas/Guia%20Metodologica%20Formulacion%20-%202010.pdf*

Ducel, G., Fabry, J., & Nicolle, L. (2003). *Prevención de las infecciones nosocomiales. Guía práctica*. 2a. Edición. Obtenido de *http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/67877/WHO_CDS_CSR_EPH_2002.12_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y&ua=1*

García de Jalón, J., Aguinaga, I., & Mora, A. (2000). *Aprenda LINUX como si estuviera en primero*. San Sebastián: Escuela Superior de Ingenieros Industriales de San Sebastián, Universidad de Navarra.

Genbeta. (30 de Julio de 2016). *GENBETA*. Obtenido de *GENBETA: https://www.genbeta.com/herramientas/9-sistemas-operativos-y-gestores-de-contenido-que-puedes-instalar-en-una-raspberry-pi*

Gnass, S. (2017). *Medidas de Prevención de las Infecciones del Sitio Quirúrgico*. Obtenido de *file:///C:/Users/Addily/Downloads/Webinar-Medidas-de-Prevencion-de-las-Infecciones-del-Sitio-Quirurgico%20(1).pdf*

Green Project Mangement GPM®. (2016). *El Estándar P5 de GPM Global para la Sostenibilidad en la Dirección de Proyectos*. Estados Unidos: Green Project Mangement GPM®.

- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2006). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill Interamericana.
- Integra Bioprocessing, Inc. (2018). <https://www.integrabiolab.com>. Obtenido de <https://www.integrabiolab.com/product.sc?productId=1350>
- Invima. (2001). Resolución Número 434 de 2001. Bogotá, Colombia.
- Invima. (26 de diciembre de 2005). Decreto Numero 4725 de 2005. Bogotá, Colombia.
- ISO 14040:2006. (s.f.). *Gestión ambiental - Análisis del ciclo de vida - Principios y marco de referencia*. Obtenido de <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14040:ed-2:v1:es>
- Medsources-SW. (2018). <http://www.medsources-sw.com>. Obtenido de <http://www.medsources-sw.com/autoclaves/>
- Microsoft. (2017). *Microsoft*. Obtenido de Microsoft: <https://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=55029>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (17 de marzo de 2015). Resolución 631 de 2015. Bogotá, Colombia.
- Ministerio de la Protección Social. (9 de julio de 2004). Resolución Numero 2183 de 2004. Bogotá, Colombia.
- Ministerio de Salud. (1997). *Conductas básicas en bioseguridad: manejo integral, protocolo básico para el equipo de salud*. Santafé de Bogotá, Colombia: Ministerio de Salud.
- O, S.-S., Y, G.-D., C, H.-D., & E, D.-C.-d.-V. (2014). Manual de instrumental quirúrgico. *Medisur [revista en Internet]*, 781-818.
- Organización de las Naciones Unidas. (2 de 10 de 2017). www.un.org. Obtenido de www.un.org: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/health/>
- Ortegón, E., Pacheco, J., & Roura, H. (2005). Metodología general de identificación, preparación y evaluación de proyectos de inversión pública. Santiago de Chile: Instituto

- Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES). Obtenido de <http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5608/S056394.pdf?sequence=1>
- Project Management Institute®. (2013). PMBOK® Guide. En P. M. Institute, *PMBOK® Guide* (pág. 568). Newtown Square, Pensilvania 19073-3299 EE.UU.
- RASPBERRY PI. (s.f.). *RASPBERRY PI*. Obtenido de RASPBERRY PI: <https://www.raspberrypi.org>
- Sandín, M. P. (2003). *Investigación cualitativa en Educación: Fundamentos y tradiciones*. Madrid: McGraw-Hill.
- Serra Zamora, M. (2013). *GUÍA PARA EL MANEJO DEL AUTOCLAVE EN LA CENTRAL DE ESTERILIZACIÓN DEL HOSPITAL UNIVERSITARIO DE CEUTA*. Ceuta: © Instituto Nacional de Gestión Sanitaria.
- Solís Segura, L. M. (2003). *Principios básicos de contaminación ambiental*. Toluca, México: UAEM.
- St-Martin, R., & Fanno, D. (2010). *Gestión del Valor Ganado del Trabajo en Curso*. Centro de Conocimiento del PMI. Obtenido de www.PMI.org/latam: https://americalatina.pmi.org/latam/KnowledgeCenter/Articles/~/_/media/2B437B5C09974800A9EE8654AE0323C0.ashx
- Tuttnauer©. (2018). <https://tuttnauer.com/sites>. Obtenido de https://tuttnauer.com/sites/default/files/tuttnauer-lab-d-line-sp_4.pdf
- Universidad nacional de Colombia. (2001). *ingenieria.bogota.unal.edu.co*. Obtenido de *ingenieria.bogota.unal.edu.co*: <http://disi.unal.edu.co/~lctorress/tgs/Tgs004.pdf>
- Universidad Nacional de Colombia. (2012). *MANUAL DE BIOSEGURIDAD Y ESTERILIZACIÓN*. BOGOTÁ: Universidad Nacional.

Anexo A. Análisis multicriterio con método *Scoring*.

En la Tabla 33 se muestran los cálculos realizados mediante la aplicación del análisis multicriterio para toma de decisiones con método de “*Scoring*”, utilizado para definir la alternativa a desarrollar como idea de trabajo de grado.

Tabla 33. Aplicación método Scoring para la toma de decisiones

CRITERIOS	PONDERACIÓN	AUTÓMATAS C.	ESTERILIZACIÓN	ISO 9001:2015
Conocimiento del tema	0,30	3	7	5
Tiempo que demanda	0,35	2	8	8
Acceso a la información	0,15	7	8	2
Futura ejecución	0,20	4	9	10
TOTAL	1	3,45	<u>7,90</u>	6,60

Fuente: Construcción del autor

Anexo B. Análisis multicriterio con método AHP.

Para la selección de la alternativa de solución a la problemática que se presenta al interior de la clínica y por ende para el desarrollo del proyecto, se optó por aplicar el análisis multicriterio bajo el método AHP de modo que se eligieron cuatro (4) criterios para ser evaluados, a saber: precio, hardware no limitado, software masivo y tamaño del equipo; a continuación se plantearon dos (2) opciones. En la Tabla 34 se muestran los valores para cada una de las opciones de acuerdo con los criterios establecidos:

Tabla 34. Método AHP: Criterios de evaluación.

	Precio (decimas de millón)	Hardware no limitado	Software masivo	Tamaño adecuado
Opción 1	\$ 60,9	10	3	10
Opción 2	\$ 73,0	5	10	7

Fuente: Construcción del autor

En el criterio precio, se calculó que la alternativa número dos (2) es un 20% más cara que la alternativa uno (1) dado el precio de las licencias de software y los equipos de hardware; en el criterio hardware no limitado, se definió que la plataforma de hardware de la opción uno (1) es 50% menos limitada que la descrita en la alternativa dos (2), dado que los controladores lógicos programables (PLC) son dispositivos de automatización desarrollados completamente y no se pueden modificar.

En lo que respecta al criterio software masivo, se tuvo en cuenta que Windows es uno de los sistemas operativos más usados en el mundo por esto la opción uno (1) es un 70% menos eficiente que la opción dos (2); finalmente, en el criterio tamaño adecuado, la opción dos (2) es un 30% menos conveniente que la opción uno (1) ya que la primera tiene más componentes de hardware y por ende ocupa más espacio.

La Tabla 35 presenta el cálculo de la matriz normalizada y el vector promedio para cada uno de los criterios definidos:

Tabla 35. Método AHP: Matriz N y vector promedio.

Precio					
	Opción 1	Opción 2	Matriz n		Vector prom
Opción 1	1	1,2	0,545	0,545	0,545
Opción 2	0,833	1	0,455	0,455	0,455
Suma	1,833	2,2			
Hardware no limitado					
	Opción 1	Opción 2	Matriz n		Vector prom
Opción 1	1	2	0,667	0,667	0,667
Opción 2	0,5	1	0,333	0,333	0,333
Suma	1,5	3			
Software masivo					
	Opción 1	Opción 2	Matriz n		Vector prom
Opción 1	1	3,333	0,769	0,769	0,769
Opción 2	0,3	1	0,231	0,231	0,231
Suma	1,3	4,333			
Tamaño adecuado					
	Opción 1	Opción 2	Matriz n		Vector prom
Opción 1	1	1,429	0,588	0,588	0,588
Opción 2	0,7	1	0,412	0,412	0,412
Suma	1,7	2,429			

Fuente: Construcción del autor

Paso seguido se elaboró la matriz de comparación por criterios de la Tabla 36, la cual permite analizar los datos obtenidos de la matriz normalizada y el vector promedio para cada uno de los criterios de las dos (2) opciones.

Tabla 36. Método AHP: Matriz de comparación por criterios.

	Precio	Hardware no limitado	Software masivo	Tamaño adecuado	Matriz normalizada				Vector prom
Precio	1,00	3,00	5,00	5,00	0,57	0,67	0,38	0,47	0,52
Hardware no limitado	0,33	1,00	5,00	4,00	0,19	0,22	0,38	0,38	0,29
Software masivo	0,20	0,20	1,00	0,50	0,11	0,04	0,07	0,04	0,07
Tamaño adecuado	0,20	0,25	2,00	1,00	0,11	0,05	0,15	0,09	0,10
Suma	1,73	4,45	13,00	10,50					

Fuente: Construcción del autor.

A continuación evaluamos el nivel de consistencia de la matriz de comparación por criterios mediante el cálculo del índice de razón de consistencia; para ello, en primer lugar multiplicamos la matriz no normalizada y el vector promedio de la Tabla 36 para encontrar el parámetro NMAX; los cálculos se muestran en la Tabla 37.

Tabla 37. Cálculos del parámetro NMAX.

Matriz de comparación				Vector promedio	
1,000	3,000	5,000	5,000	0,528	2,297
0,333	1,000	5,000	4,000	0,296	1,248
0,200	0,200	1,000	0,500	0,071	0,289
0,200	0,250	2,000	1,000	0,105	0,427
				NMAX	4,26

Fuente: Construcción del autor

Después se realizaron los calculamos de la razón de consistencia; los resultados se muestran en la Tabla 38.

Tabla 38. Cálculo del índice de consistencia.

Cálculos Razón De Consistencia	
Parámetro NMAX	4,26
Número de criterios (N)	4,00
Índice de consistencia (IC)	0,09
Índice de consistencia aleatoria (IA)	0,99
Razón de consistencia (RC)	0,09

Fuente: Construcción del autor

Como se puede apreciar, la razón de consistencia es menor que 0,1, lo cual indica que las ponderaciones iniciales fueron razonables y el nivel de consistencia es aceptable. Finalmente, se evaluaron las alternativas propuestas mediante el análisis de ponderación; los resultados se observan en la Tabla 39.

Tabla 39. Método AHP: Evaluación de alternativas

	Precio	Hardware no limitado	Software masivo	Tamaño adecuado	Total
Opción 1	0,545	0,667	0,769	0,588	0,602
Opción 2	0,455	0,333	0,231	0,412	0,398
Ponderación	0,528	0,296	0,071	0,105	

Fuente: Construcción del autor

Basado en lo anterior, se puede concluir que, al ser consistente la matriz de comparación de criterios, se debe optar por la opción número uno (1) ya que tuvo la mayor calificación.

Anexo C. Formato de encuesta.

SURVEY FORMAT

<i>Project Title:</i> Sistema de esterilización de instrumentos quirúrgicos	
<i>Project Sponsor:</i> Director General de la clínica	<i>Date Prepared:</i> 2018-06-24
<i>Project Manager:</i> Gerente de Proyecto	<i>Project Customer:</i> Clínica
<i>Name:</i>	<i>City:</i>
<i>Date:</i>	<i>Phone:</i>

A continuación encontrará 11 preguntas acerca del proceso de esterilización de elementos quirúrgicos; por favor responda las preguntas de acuerdo a su conocimiento:

1. ¿Según su experiencia, cuánto tiempo dura el ciclo de esterilización más usado en su entidad?

- ☐ a) 30 minutos.
- ☐ b) 60 minutos.
- ☐ c) 90 minutos.
- ☐ d) Más de 90 minutos.

2. ¿Teniendo en cuenta que las autoclaves poseen varios ciclos de esterilización, cuantos de se utilizan normalmente?

- ☐ a) Un ciclo.
- ☐ b) Dos ciclos.
- ☐ c) Tres ciclos.
- ☐ d) Más de tres ciclos.

3. ¿Para autoclaves que esterilizan por medio del aumento de presión, cuáles son los niveles de presión más usados en los procesos de esterilización?

- ☐ a) Entre 15 a 20 PSI.
- ☐ b) De 20 a 25 PSI.
- ☐ c) Entre 25 a 30 PSI.
- ☐ d) Más de 30 PSI.

SURVEY FORMAT

4. ¿Teniendo en cuenta que los instrumentos a esterilizar se introducen en la cámara de presión dentro de papel auto sellante, cuantos instrumentos ingresa normalmente a esterilizar?

- ☐ a) Entre 10 y 20.
- ☐ b) Entre 20 y 40.
- ☐ c) Entre 40 y 60.
- ☐ d) Más de 60.

5. ¿En manejo de autoclaves, ha sufrido accidentes relacionados con los siguientes aspectos?

- ☐ a) Quemaduras.
- ☐ b) Explosiones.
- ☐ c) Corto circuito.
- ☐ d) Otro (¿Cuál?).

6. ¿Cuál es el nivel de voltaje de operación de las autoclaves existentes en la entidad?

- ☐ a) 120 VAC Monofásico.
- ☐ b) 120 VAC Trifásico.
- ☐ c) 220 VAC Monofásico.
- ☐ d) 220 VAC Trifásico.
- ☐ e) Otro (¿Cuál?).

7. ¿De qué forma se registran los instrumentos quirúrgicos recién esterilizados en la entidad?

- ☐ a) Forma escrita en una hoja formato.
- ☐ b) Forma escrita en computador.
- ☐ c) Forma escrita con registro fotográfico.
- ☐ d) No se registran.

8. ¿Qué información sería más importante al momento de registrar un elemento esterilizado?

- ☐ a) Fecha, hora, instrumento.
- ☐ b) Fecha, hora, instrumento, fotografía.
- ☐ c) Fecha, hora, instrumento, tiempo de esterilización.
- ☐ d) Fecha, hora, instrumento, fotografía, tiempo de esterilización, nivel de presión.

SURVEY FORMAT

9. ¿Cuál de las siguientes formas es usada para comprobar que un instrumento está realmente esterilizado al momento de una intervención quirúrgica?

- ☐ a) Documento escrito.
- ☐ b) Consultas en bases de datos.
- ☐ c) Consulta a software de medicina.
- ☐ d) Otro (Cual).

10. ¿Cuándo se realiza mantenimiento y reparación de la autoclave, usted generalmente prefiere?

- ☐ a) Revisión y reparación a domicilio
- ☐ b) Traslada el equipo médico fuera para reparación.

11. ¿Cuántas veces en el último año envió una autoclave a mantenimiento o reparación?

- ☐ a) Una vez.
- ☐ b) Dos veces.
- ☐ c) Tres veces.
- ☐ d) Más de tres veces.

Anexo D. Formato de resultados de encuesta.

SURVEY RESULTS FORMAT

Project Title: Sistema de esterilización de instrumentos quirúrgicos	
Project Sponsor: Director General de la clínica	Date Prepared: 2018-06-24
Project Manager: Gerente de Proyecto	Project Customer: Clínica

En el presente documento se deben diligenciar los resultados correspondientes de la encuesta citada en el Anexo C de este documento.

Pregunta 1: ¿Según su experiencia, cuánto tiempo dura el ciclo de esterilización más usado en su entidad?			
Tabla de resultados			Gráfica
Opción	Resultados	Porcentaje	
Opción a			
Opción b			
Opción c			
Opción d			
Análisis de resultados			
Pregunta 2: ¿Teniendo en cuenta que las autoclaves poseen varios ciclos de esterilización, cuantos de se utilizan normalmente?			
Tabla de resultados			Gráfica
Opción	Resultados	Porcentaje	
Opción a			
Opción b			
Opción c			
Opción d			
Análisis de resultados			

SURVEY RESULTS FORMAT

Pregunta 3: ¿Para autoclaves que esterilizan por medio del aumento de presión, cuáles son los niveles de presión más usados en los procesos de esterilización?

Tabla de resultados			Gráfica
Opción	Resultados	Porcentaje	
Opción a			
Opción b			
Opción c			
Opción d			

Análisis de resultados

Pregunta 4: Teniendo en cuenta que los instrumentos a esterilizar se introducen en la cámara de presión dentro de papel auto sellante, cuantos instrumentos ingresa normalmente a esterilizar?

Tabla de resultados			Gráfica
Opción	Resultados	Porcentaje	
Opción a			
Opción b			
Opción c			
Opción d			

Análisis de resultados

Pregunta 5: ¿En manejo de autoclaves, ha sufrido accidentes relacionados con los siguientes aspectos?

Tabla de resultados			Gráfica
Opción	Resultados	Porcentaje	
Opción a			
Opción b			
Opción c			
Opción d			

Análisis de resultados

SURVEY RESULTS FORMAT

Pregunta 6: ¿Cuál es el nivel de voltaje de operación de las autoclaves existentes en la entidad?

Tabla de resultados			Gráfica
Opción	Resultados	Porcentaje	
Opción a			
Opción b			
Opción c			
Opción d			
Opción e			

Análisis de resultados

Pregunta 7: ¿De qué forma se registran los instrumentos quirúrgicos recién esterilizados en la entidad?

Tabla de resultados			Gráfica
Opción	Resultados	Porcentaje	
Opción a			
Opción b			
Opción c			
Opción d			

Análisis de resultados

Pregunta 8: ¿Qué clase de información sería más importante al momento de registrar un elemento esterilizado?

Tabla de resultados			Gráfica
Opción	Resultados	Porcentaje	
Opción a			
Opción b			
Opción c			
Opción d			

Análisis de resultados

SURVEY RESULTS FORMAT

Pregunta 9: ¿Cuál de las siguientes formas es usada para comprobar que un instrumento está realmente esterilizado al momento de una intervención quirúrgica?

Tabla de resultados			Gráfica
Opción	Resultados	Porcentaje	
Opción a			
Opción b			
Opción c			
Opción d			

Análisis de resultados

Pregunta 10: ¿Cuándo se realiza mantenimiento y reparación de la autoclave, usted generalmente prefiere?

Tabla de resultados			Gráfica
Opción	Resultados	Porcentaje	
Opción a			
Opción b			
Opción c			
Opción d			

Análisis de resultados

Pregunta 11: ¿Cuántas veces en el año la entidad envió una autoclave a mantenimiento o reparación?

Tabla de resultados			Gráfica
Opción	Resultados	Porcentaje	
Opción a			
Opción b			
Opción c			
Opción d			

Análisis de resultados

Anexo E. Formatos de documentación y matriz de trazabilidad de requisitos.

CONTROL DE VERSIONES						
Versión	Elaborada por	Revisada por	Aprobado por		Fecha	Motivación
DOCUMENTACIÓN DE REQUISITOS						
NOMBRE DEL PROYECTO						SIGLAS
Plan para el diseño y puesta en marcha de un sistema de esterilización de instrumentos quirúrgicos						SEIQ
NECESIDAD DE LA ORGANIZACIÓN						
La clínica requiere controlar de forma detallada el proceso de esterilización del instrumental quirúrgico, ya que esto le permitirá mitigar el riesgo de la ocurrencia de incidentes asociados al uso de instrumentos quirúrgicos contaminados.						
OBJETIVOS DEL PROYECTO						
* Diseñar un sistema de esterilización de instrumentos quirúrgicos que permita controlar de forma sistematizada este proceso. * El proyecto se ejecutará en un tiempo estimado de 119 días laborales, con una variación de más o menos 30 días.						
ID	REQUERIMIENTOS	INTERESADOS	CATEGORÍA	PRIORIDAD	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	MÉTODO DE VALIDACIÓN
1.1	El SEIQ deberá accederse vía Ethernet desde cualquier computador por navegador web mediante credenciales de acceso.	Sponsor, gerente de proyecto, líder de diseño de software.	Funcional	Muy alta	Al menos debe accederse por dos de los siguientes tres navegadores: Explorer, Chrome, Mozilla.	Pruebas descritas en el cronograma y documentación de resultados.
1.2	El SEIQ deberá contar con una base de datos la cual almacene todos los eventos y registros de la operación diaria.	Sponsor, gerente de proyecto, líder de diseño de software.	Funcional	Muy alta	La base de datos debe almacenar registros de operación mínimo por 30 días.	Pruebas descritas en el cronograma y documentación de resultados.
1.3	El SEIQ deberá tener una aplicación de monitoreo de ciclos de esterilización en tiempo real accesible por navegador web.	Sponsor, gerente de proyecto, líder de diseño de software.	Funcional	Muy alta	El sistema deberá cumplir el 100% de los requisitos.	Pruebas descritas en el cronograma y documentación de resultados.
1.4	El SEIQ deberá tener la capacidad de incorporar herramientas de registro tales como lectores de código de barras.	Sponsor, gerente de proyecto, líder de diseño de software.	Funcional	Muy alta	Al menos debe aceptar un lector de código de barras.	Pruebas descritas en el cronograma y documentación de resultados.

ID	REQUERIMIENTOS	INTERESADOS	CATEGORÍA	PRIORIDAD	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	MÉTODO DE VALIDACIÓN
1.5	El SEIQ deberá contar con un sistema de reportes para la generación de informe de desempeño de ciclos de esterilización, con toda la información relacionada con este proceso. (Lugar, fecha, hora, operador, elementos quirúrgicos registrados, presión, temperatura, tiempo de ciclo, resultado.)	<i>Sponsor</i> , gerente de proyecto, líder de diseño de software, pacientes.	Funcional	Muy alta	El reporte debe incluir mínimo 9 de los 10 requisitos descritos en el requerimiento.	Pruebas descritas en el cronograma y documentación de resultados.
2.1	El SEIQ deberá tener puerto RJ45 o Wifi para comunicación por Ethernet.	<i>Sponsor</i> , gerente de proyecto, líder de diseño de hardware.	Funcional	Muy alta	El SEIQ deberá tener mínimo un puerto RJ45 a 100 Mbps.	Pruebas descritas en el cronograma y documentación de resultados.
2.2	El SEIQ deberá tener la posibilidad de gestionarse vía remota por internet. (El canal de internet no hace parte del proyecto).	<i>Sponsor</i> , gerente de proyecto, líder de diseño de hardware.	Funcional	Muy alta	El sistema deberá cumplir el 100% de los requisitos.	Pruebas descritas en el cronograma y documentación de resultados.
2.3	El SEIQ deberá tener un control de potencia tipo PID (proporcional - integral - derivativo) para manejar de forma eficiente el consumo de energía eléctrica durante el ciclo de esterilización.	<i>Sponsor</i> , gerente de proyecto, líder de diseño de hardware.	Funcional	Muy alta	El tipo de control de potencia aceptado como mínimo es un control PI (proporcional - integral)	Pruebas descritas en el cronograma y documentación de resultados.
2.4	El SEIQ deberá estar en la posibilidad de esterilizar elementos quirúrgicos mediante el incremento de la presión hasta 32 de PSI y temperatura hasta de 121 °C.	<i>Sponsor</i> , gerente de proyecto, líder de diseño de hardware.	Funcional	Muy alta	Se aceptarán variaciones del 3.1% en la presión y temperatura.	Pruebas descritas en el cronograma y documentación de resultados.

ID	REQUERIMIENTOS	INTERESADOS	CATEGORÍA	PRIORIDAD	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	MÉTODO DE VALIDACIÓN
2.5	El SEIQ deberá tener pantallas LCD para la visualización de las variables que intervienen en el proceso de esterilización, así como indicadores lumínicos y sonoros de alarmas y estados del equipo.	<i>Sponsor</i> , gerente de proyecto, líder de diseño de hardware.	Funcional	Muy alta	El sistema deberá contar mínimo con una pantalla tipo LCD de 2 líneas cada una con 16 caracteres y 4 indicadores lumínicos.	Pruebas descritas en el cronograma y documentación de resultados.
2.6	El SEIQ deberá estar en la capacidad de controlarse vía remota desde un computador por navegador web o vía local por teclado.	<i>Sponsor</i> , gerente de proyecto, líder de diseño de hardware.	Funcional	Muy alta	El sistema deberá cumplir el 100% de los requisitos.	Pruebas descritas en el cronograma y documentación de resultados.
3.1	El SEIQ deberá tener una cámara de esterilización cilíndrica, con un diámetro de 400 mm y longitud de 420 mm, para un volumen aproximado de 52 Litros.	<i>Sponsor</i> , gerente de proyecto, líder de diseño de hardware.	Funcional	Muy alta	Se aceptará una variación del volumen del 4% por debajo del límite.	Pruebas descritas en el cronograma y documentación de resultados.
3.2	El SEIQ deberá tener dimensiones de 800 mm de ancho, 800 mm de profundo, y 600 mm de alto.	<i>Sponsor</i> , gerente de proyecto, líder de diseño de hardware.	Funcional	Muy alta	Se aceptará una variación en las dimensiones del 5% por debajo del límite.	Pruebas descritas en el cronograma y documentación de resultados.
3.3	El SEIQ debe contar con dos válvulas electromecánicas para el llenado y evacuación del agua de la cámara y una válvula mecánica de seguridad por alta presión.	<i>Sponsor</i> , gerente de proyecto, líder de diseño de hardware.	Funcional	Muy alta	El sistema deberá cumplir el 100% de los requisitos.	Pruebas descritas en el cronograma y documentación de resultados.
3.4	El SEIQ debe tener un circuito eléctrico de protección contra sobretensiones y protección contra corto circuito.	<i>Sponsor</i> , gerente de proyecto, líder de diseño de Software.	Funcional	Muy alta	El sistema deberá cumplir el 100% de los requisitos.	Pruebas descritas en el cronograma y documentación de resultados.
3.5	La cámara de presión del SEIQ debe soportar un valor máximo de 48 PSI y una temperatura máxima de 300 °C.	<i>Sponsor</i> , gerente de proyecto, líder de diseño de hardware y software.	Funcional	Muy alta	Se aceptarán variaciones del 3.1% en la presión y temperatura.	Pruebas descritas en el cronograma y documentación de resultados.
4.1	Documentación de diseños del SEIQ, con las debidas evidencias de cumplimiento de métricas de calidad	<i>Sponsor</i> , gerente de proyecto	No funcional	Alta	El informe deberá evidenciar los resultados del 100% de las métricas de calidad.	Revisión y aprobación por parte del gerente de proyecto.

[illegible]

CONTROL DE VERSIONES							
Versión	Elaborada por	Revisada por	Aprobado por		Fecha	Razón del cambio	
Matriz de Trazabilidad de Requisitos							
Nombre del proyecto							
Centro de costos							
Descripción del proyecto							
ID	Descripción de Requisitos	Necesidades de negocio, oportunidades, metas y objetivos	Objetivos del Proyecto	Entregables de la EDT/WBS	Diseño del Producto	Desarrollo del Producto	Casos de Prueba
1.1	El SEIQ deberá accederse vía Ethernet desde cualquier computador por navegador web mediante credenciales de acceso.	Sistematizar y hacer más eficiente el proceso de esterilización de elementos quirúrgicos.	Cumplir con el objetivo de alcance y calidad del proyecto	1.1.1, 1.2.2, 1.3.2, 1.4.1, 1.5.1			
1.2	El SEIQ deberá contar con una base de datos la cual almacene todos los eventos y registros de la operación diaria.	Sistematizar y hacer más eficiente el proceso de esterilización de elementos quirúrgicos.	Cumplir con el objetivo de alcance y calidad del proyecto	1.1.1, 1.2.2, 1.3.2, 1.4.1, 1.5.1			
1.3	El SEIQ deberá contar con una aplicación de monitoreo de ciclos de esterilización en tiempo real accesible por navegador web desde cualquier computador.	Sistematizar y hacer más eficiente el proceso de esterilización de elementos quirúrgicos.	Cumplir con el objetivo de alcance y calidad del proyecto	1.1.1, 1.2.2, 1.3.2, 1.4.1.1, 1.5.1			
1.4	El SEIQ deberá tener la capacidad de incorporar herramientas de registro de elementos tales como lectores de códigos de barra.	Sistematizar y hacer más eficiente el proceso de esterilización de elementos quirúrgicos.	Cumplir con el objetivo de alcance y calidad del proyecto	1.1.1, 1.2.2, 1.3.2, 1.4.1, 1.5.1			

ID as	Descripción de Requisitos	Necesidades de negocio, oportunidades, metas y objetivos	Objetivos del Proyecto	Entregables de la EDT/WBS	Diseño del Producto	Desarrollo del Producto	Casos de Prueba
1.5	El SEIQ deberá contar con un sistema de reportes para la generación de informe de desempeño de ciclos de esterilización, con toda la información relacionada con este proceso (fecha, hora, operador, elementos quirúrgicos registrados etc.).	Sistematizar y hacer más eficiente el proceso de esterilización de elementos quirúrgicos.	Cumplir con el objetivo de alcance y calidad del proyecto	1.1.1, 1.2.2, 1.3.2, 1.4.1, 1.5.1			
2.1	El SEIQ deberá contar con la capacidad de comunicarse por Ethernet mediante puerto RJ45 o Wifi.	Sistematizar y hacer más eficiente el proceso de esterilización de elementos quirúrgicos.	Cumplir con el objetivo de alcance y calidad del proyecto	1.1.1, 1.2.1, 1.2.4, 1.3.1, 1.3.4, 1.4.1, 1.5.1			
2.2	El SEIQ deberá tener la posibilidad de gestionarse vía remota por internet (El canal de internet no hace parte del proyecto).	Sistematizar y hacer más eficiente el proceso de esterilización de elementos quirúrgicos.	Cumplir con el objetivo de alcance y calidad del proyecto	1.1.1, 1.2.1, 1.2.4, 1.3.1, 1.3.4, 1.4.1, 1.5.1			
2.3	El SEIQ deberá tener un control de potencia tipo PID para manejar de forma eficiente el consumo de energía eléctrica durante el ciclo de esterilización.	Sistematizar y hacer más eficiente el proceso de esterilización de elementos quirúrgicos.	Cumplir con el objetivo de alcance y calidad del proyecto	1.1.1, 1.2.1, 1.2.4, 1.3.1, 1.3.4, 1.4.1, 1.5.1			

ID as	Descripción de Requisitos	Necesidades de negocio, oportunidades, metas y objetivos	Objetivos del Proyecto	Entregables de la EDT/WBS	Diseño del Producto	Desarrollo del Producto	Casos de Prueba
2.4	El SEIQ deberá estar en la posibilidad de esterilizar elementos quirúrgicos mediante el incremento de la presión y temperatura.	Sistematizar y hacer más eficiente el proceso de esterilización de elementos quirúrgicos.	Cumplir con el objetivo de alcance y calidad del proyecto	1.1.1, 1.2.1, 1.2.4, 1.3.1, 1.3.4, 1.4.1, 1.5.1			
2.5	El SEIQ deberá tener pantallas LCD para la visualización de las variables que intervienen en el proceso de esterilización, así como indicadores lumínicos y sonoros de alarmas y estados del equipo.	Sistematizar y hacer más eficiente el proceso de esterilización de elementos quirúrgicos.	Cumplir con el objetivo de alcance y calidad del proyecto	1.1.1, 1.2.1, 1.2.4, 1.3.1, 1.3.4, 1.4.1, 1.5.1			
2.6	El SEIQ deberá estar en la capacidad de controlarse vía remota desde un computador por navegador web o vía local por medio de teclado.	Sistematizar y hacer más eficiente el proceso de esterilización de elementos quirúrgicos.	Cumplir con el objetivo de alcance y calidad del proyecto	1.1.1, 1.2.1, 1.2.4, 1.3.1, 1.3.4, 1.4.1, 1.5.1			
3,1	El SEIQ deberá tener una cámara de esterilización cilíndrica, con un diámetro aproximado de 400 mm y una longitud de 420 mm, para un volumen aproximado de 52 Litros.	Sistematizar y hacer más eficiente el proceso de esterilización de elementos quirúrgicos.	Cumplir con el objetivo de alcance y calidad del proyecto	1.1.1, 1.2.3, 1.2.4, 1.3.3, 1.3.4, 1.4.1, 1.5.1.			

ID	Descripción de Requisitos	Necesidades de negocio, oportunidades, metas y objetivos	Objetivos del Proyecto	Entregables de la EDT/WBS	Diseño del Producto	Desarrollo del Producto	Casos de Prueba
3,2	El SEIQ deberá tener dimensiones de 800 mm de ancho, 800 mm de profundo, y 600 mm de alto.	Sistematizar y hacer más eficiente el proceso de esterilización de elementos quirúrgicos.	Cumplir con el objetivo de alcance y calidad del proyecto	1.1.1, 1.2.3, 1.2.4, 1.3.3, 1.3.4, 1.4.1, 1.5.1.			
3,3	El SEIQ debe contar con dos válvulas electromecánicas para el llenado y evacuación del agua de la cámara y una válvula mecánica de seguridad por alta presión.	Sistematizar y hacer más eficiente el proceso de esterilización de elementos quirúrgicos.	Cumplir con el objetivo de alcance y calidad del proyecto	1.1.1, 1.2.3, 1.2.4, 1.3.3, 1.3.4, 1.4.1, 1.5.1.			
3,4	El SEIQ debe tener un circuito eléctrico de protección contra sobretensiones y protección contra corto circuito.	Sistematizar y hacer más eficiente el proceso de esterilización de elementos quirúrgicos.	Cumplir con el objetivo de alcance y calidad del proyecto.	1.1.1, 1.2.3, 1.2.4, 1.3.3, 1.3.4, 1.4.1, 1.5.1.			
3,5	La cámara de presión del SEIQ debe soportar un valor máximo de 48 PSI y una temperatura máxima de 300 °C.	Sistematizar y hacer más eficiente el proceso de esterilización de elementos quirúrgicos.	Cumplir con el objetivo de alcance y calidad del proyecto.	1.1.1, 1.2.3, 1.2.4, 1.3.3, 1.3.4, 1.4.1, 1.5.1.			
4,1	Documentación de diseños del SEIQ, con las debías evidencias de cumplimiento de métricas de calidad.	Documentar el proyecto y evidenciar el cumplimiento del alcance y calidad.	Cumplir con el objetivo de calidad del proyecto.	1.2.1, 1.2.2, 1.2.3, 1.2.4, 1.6.2, 1.6.3, 1.6.4			
4,2	Informes de implementación del SEIQ, con las debidas evidencias de cumplimiento de métricas de calidad.	Documentar el proyecto y evidenciar el cumplimiento del alcance y calidad.	Cumplir con el objetivo de calidad del proyecto.	1.3.1, 1.3.2, 1.3.3, 1.3.4, 1.6.2, 1.6.3, 1.6.4			

ID	Descripción de Requisitos	Necesidades de negocio, oportunidades, metas y objetivos	Objetivos del Proyecto	Entregables de la EDT/WBS	Diseño del Producto	Desarrollo del Producto	Casos de Prueba
4,3	Informe de pruebas y afinamiento del SEIQ, con las debidas evidencias de cumplimiento de métricas de calidad.	Documentar el proyecto y evidenciar el cumplimiento del alcance y calidad.	Cumplir con el objetivo de calidad del proyecto	1.4.1, 2.6.2, 2.6.3, 2.6.4			
4,4	El proyecto debe desarrollarse dentro del presupuesto provisto inicialmente, haciendo uso en el peor de los casos de la reserva de tiempo.	No incurrir en gastos extras durante el ciclo de vida del proyecto.	Cumplir con el objetivo de tiempo del proyecto	1.6.1, 1.6.2, 1.6.3, 1.6.4, 1.6.5			
4,5	El proyecto debe desarrollarse dentro del presupuesto previsto inicialmente.	No incurrir en gastos extras durante el ciclo de vida del proyecto.	Cumplir con el objetivo de costo del proyecto	1.6.1, 1.6.2, 1.6.3, 1.6.4, 1.6.5			

Anexo F. *Scope management plan.***SCOPE MANAGEMENT PLAN**

Project Title: Sistema de esterilización de instrumentos quirúrgicos	
Project Sponsor: Director General de la clínica	Date Prepared: 2018-06-24
Project Manager: Gerente de Proyecto	Project Customer: Clínica

Scope Statement Development

La declaración de alcance del proyecto fue construida realizando una investigación acerca de las tecnologías actuales en equipos de esterilización de instrumental quirúrgicos denominados autoclaves; igualmente se analizó desde el punto de vista del usuario cuáles son las ventajas y limitaciones que tiene un equipo en su uso diario y como puede mejorar los procesos de esterilización de elementos quirúrgicos en instituciones de salud.

WBS Structure

La estructura de desagregación del trabajo EDT a tercer nivel se puede apreciar en la Figura 8 de este documento; esta consta de 6 categorías a segundo nivel con sus correspondientes entregables a tercer nivel. El control del proyecto se realizará a tercer nivel y la programación de actividades a quinto nivel.

WBS Dictionary

La herramienta *Microsoft Project* se utilizará para realizar la programación de actividades junto con la correspondiente asignación de recursos, por lo que se ha tomado la decisión de registrar la información correspondiente al diccionario WBS a modo de nota en esta herramienta de programación, para cada uno de los paquetes de trabajo a cuarto nivel.

Scope Baseline Maintenance

Los cambios de alcance que tendrán que pasar por el proceso de control de cambios formal son los de tipo estructural y funcional que afecten el proyecto en alcance, tiempo costo y calidad; entre este tipo de cambios se encuentran modificaciones mecánicas y funcionales, conectividad a redes LAN y WAN y capacidades del software y bases de datos entre otros.

Scope Change

En la documentación de requisitos y en el *Project Scope Statement*, se mencionan los criterios de aceptación para cada uno de los requisitos y entregables del proyecto. En caso de solicitar un cambio que modifique el alcance, este será manejado como una solicitud de cambio. Nota: Ninguna solicitud que modifique el alcance será considerada para revisión.

<i>Deliverable Acceptance</i>
<p>La validación de los entregables descritos en la EDT del proyecto se realizará por medio de la generación de informes de las fases de diagnóstico, diseño, implementación pruebas y afinamiento y puesta en marcha; estos informes deben evidenciar el cumplimiento de los criterios de aceptación del proyecto descritos en el <i>Project Scope Statement</i> y en la documentación de requisitos; en la fase de cierre del proyecto, se llevará a cabo una reunión para formalizar la entrega del producto objeto del proyecto y en ella se elaborará el acta de cierre del proyecto (ver Anexo II), en la cual se dejará registro de la aceptación a conformidad por parte del <i>Sponsor</i>.</p>
<i>Scope and Requirements Integration</i>
<p>Los requerimientos de proyecto y producto serán direccionados en el <i>Project Scope Statement</i> y WBS mediante la elaboración de una Estructura de Desagregación del Producto (EDP), en la cual estarán plasmados todos los requerimientos de alcance del producto y servirá como punto de partida para la elaboración de la EDT y el cronograma.</p>

Anexo G. *Requirements management plan.***REQUIREMENTS MANAGEMENT PLAN**

Project Title: Sistema de esterilización de instrumentos quirúrgicos	
Project Sponsor: Director General de la clínica	Date Prepared: 2018-06-24
Project Manager: Gerente de Proyecto	Project Customer: Clínica

Collection

Los requerimientos del proyecto serán reunidos mediante las técnicas de análisis de documentación y estudios comparativos relacionados con procesos de esterilización de elementos quirúrgicos y tecnologías actuales en autoclaves; también se utilizarán técnicas tales como diagramas de contexto y tormenta de ideas para dimensionar los requerimientos en cuanto al software y su funcionalidad.

Analysis

Los requerimientos se clasificarán de acuerdo a aquellos que impactan directamente al producto y aquellos transversales al mismo; por otra parte, tendrán máxima prioridad los requisitos que vayan en detrimento del alcance del producto en cuanto a conectividad por redes LAN o WAN, entorno web, correcto funcionamiento del proceso de esterilización, dimensiones físicas y capacidad de la cámara de esterilización.

Categories

En el proyecto se manejarán dos categorías de requisitos las cuales son requisitos funcionales y no funcionales.

Documentation

Los requisitos serán documentados por medio del formato de documentación de requisitos y la matriz de trazabilidad de requisitos expuestos en el Anexo E de este documento.

Prioritization

Los requisitos relacionados directamente con el alcance del proyecto no serán negociables, en especial los que tengan que ver con conectividad por redes LAN o WAN, entorno web, correcto funcionamiento del proceso de esterilización, dimensiones físicas y capacidad de la cámara de esterilización.

REQUIREMENTS MANAGEMENT PLAN

Metrics

En el proyecto se contemplan las siguientes métricas:	
Variación del volumen Físico del SEIQ: Se permitirán variaciones de hasta un 14,26% en el volumen externo del equipo.	$\%V_i = \left \frac{0,348 - V_{imp}}{0,348} \right * 100\%$ $\%V_v \leq 14,26\%$
Variación del volumen de la cámara de esterilización: Se permitirán variaciones hasta de un 14,26% en el volumen de la cámara de esterilización.	$\%V_c = \left \frac{52 - V_{imp}}{52} \right * 100\%$ $\%V_v \leq 14,26\%$
Presión máxima de la cámara de esterilización: Dado que la presión máxima de la cámara es 32 psi durante el proceso de esterilización, esta debe soportar el 200% de este umbral.	$P_{max} \geq 64$
Conectividad a redes WAN-LAN: El sistema debe estar en la capacidad de conectarse a redes LAN y a redes WAN ²³ .	$C_{W,L} = 100\%$
Interfaz web: El sistema debe tener integrada una interfaz web la cual este en la capacidad de controlar y monitorear los procesos, almacenar y consultar datos y generar informes.	$I_{software} = 100\%$

Traceability Structure

La trazabilidad de los requisitos a lo largo del desarrollo del proyecto se realizará tomando como base la información correspondiente a la fase de diseño (planos, esquemáticos y memorias de cálculo), la fase de implementación (Informes de implementación y actualización de diseños y planos) y la fase de pruebas y afinamiento (Informes de pruebas); esta información se debe comparar con la consignada en los formatos del Anexo E de este documento.

Tracking

El seguimiento al cumplimiento de requisitos se realizará con periodicidad semanal y mensual durante las fases de diseño, implementación, pruebas y afinamiento, mediante reuniones con los líderes de desarrollo de software, hardware y el *sponsor* del proyecto.

²³ La conexión a redes WAN se realiza siempre y cuando la entidad suministre la infraestructura de red necesaria para tal fin.

REQUIREMENTS MANAGEMENT PLAN

Reporting

Los resultados del seguimiento semanal de los requisitos se consignarán en reportes semanales generados por el gerente de proyecto y enviados al sponsor, líder de diseño de software y hardware vía correo electrónico. Mensualmente el gerente de proyecto realizará un informe el cual será socializado en la reunión mensual del proyecto.

Validation

La validación del cumplimiento de los requisitos del proyecto se revisará por medio de las simulaciones hechas en la fase de diseño y las diferentes pruebas de funcionamiento del sistema realizadas en las fases de implementación, pruebas y afinamiento.

Configuration Management

El control de los requerimientos del proyecto será ejercido por el gerente del proyecto el cual estará en la potestad de aprobar entregables que no sobrepasen los criterios mínimos de aceptabilidad; la documentación de los requerimientos se realizará en conjunto con el gerente de proyecto y los líderes de diseño de software y hardware. Los cambios de los requerimientos deberán ser aprobados en conjunto por el *sponsor* y el gerente de proyecto, siguiendo el procedimiento descrito en el proceso de control de cambios descrito en el apartado Plan de gestión de cambios de este documento.

Anexo H. Flujo de caja de la inversión y del aprovechamiento del proyecto.

Tabla 40. Flujo de caja inversión en décimas de millón.

1-FLUJO DE CAJA INVERSIÓN

	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19
Inversión	\$28,380	\$14,190	\$7,095	\$7,095	\$7,095	\$7,095
Ingresos netos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Otros ingresos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Gastos servicios públicos	\$0,120	\$0,120	\$0,120	\$0,120	\$0,120	\$0,120
Gastos planes celulares	\$0,210	\$0,210	\$0,210	\$0,210	\$0,210	\$0,210
Flujo de caja	\$28,710	\$14,520	\$7,425	\$7,425	\$7,425	\$7,425

Fuente: Construcción del autor

Tabla 41. Flujo de caja aprovechamiento en décimas de millón.

1-FLUJO DE CAJA APROVECHAMIENTO: ANUAL	IPC		0,041						
<i>Ingresos netos</i>	Jul-19	Jul-20	Jul-21	Jul-22	Jul-23	Jul-24	Jul-25	Jul-26	Jul-27
Ahorro en Recursos Humanos	\$28,107	\$29,259	\$30,459	\$31,708	\$33,008	\$34,361	\$35,770	\$37,237	
Otros ingresos	\$9,169								
<i>Costos de Operación</i>									
Servicios públicos (luz)	\$ 0,750	\$0,780	\$0,812	\$0,846	\$0,880	\$0,916	\$0,954	\$0,993	
Paquete de soporte SO&BD	\$ 0,500	\$0,520	\$0,541	\$0,564	\$0,587	\$0,611	\$0,636	\$0,662	
<i>Costos de mantenimiento</i>									
Mantenimiento anual	\$ 0,375	\$0,390	\$0,406	\$0,423	\$0,440	\$0,458	\$0,477	\$0,496	
Bolsa de repuestos	\$ 0,187	\$0,195	\$0,203	\$0,211	\$0,220	\$0,229	\$0,238	\$0,248	
<i>Costos de administración</i>									
Servicio de aseo	\$ 0,625	\$0,650	\$0,677	\$0,705	\$0,734	\$0,764	\$0,795	\$0,827	
Servicios (Agua, internet)	\$ 3,123	\$3,251	\$3,384	\$3,523	\$3,668	\$3,818	\$3,974	\$4,137	
Ingeniero de soporte	\$ 3,123	\$3,251	\$3,384	\$3,523	\$3,668	\$3,818	\$3,974	\$4,137	
<i>Otros egresos</i>	\$70,950								
<i>Flujo de caja</i>	\$(61,781)	\$ 19,425	\$20,221	\$21,051	\$21,914	\$22,812	\$23,747	\$24,721	\$25,735

Fuente: Construcción del autor

Anexo I. Cálculo de indicadores financieros.

En el presente anexo se describe el procedimiento aplicado para obtener los indicadores financieros del proyecto citados en la **Tabla 13**; es importante recordar que el 60% del presupuesto para el proyecto será financiado con recursos propios de la entidad (*sponsor*), mientras el 40% será financiado por un préstamo con una entidad bancaria, a una tasa de interés del 25% EA; para el caso de los recursos de la entidad, el *sponsor* ha exigido una tasa de interés del 20%; los datos de financiamiento del proyecto se pueden consultar en la **Tabla 11** y la **Tabla 12** de este documento.

En primer lugar se abordará el cálculo del valor presente neto, en cual se obtiene mediante los valores anuales obtenidos del flujo de caja de aprovechamiento expuesto en el Anexo H; en la **Tabla 42** se muestra un resumen de los flujos de efectivo correspondientes a cada periodo y el valor actual neto por periodo (VAN/P):

Tabla 42. Flujos de efectivo por cada periodo en fase de aprovechamiento

Periodos	P=0	P=1	P=2	P=3	P=4	P=5	P=6	P=7	P=8
Flujos (F_P)	\$ (61,78)	\$ 19,43	\$ 20,22	\$ 21,05	\$ 21,91	\$ 22,81	\$ 23,75	\$ 24,72	\$ 25,73
VAN/P	\$ (61,78)	\$ 16,19	\$ 14,04	\$ 12,18	\$ 10,57	\$ 9,17	\$ 7,95	\$ 6,90	\$ 5,99

Fuente: Construcción del autor

Los periodos son anuales y concuerdan con la vida útil del SEIQ; el valor neto actual (VNA), se obtuvo trayendo a valor presente los flujos de dinero de cada uno de los periodos de acuerdo a la Ecuación 1.

$$VAN = \sum_{P=1}^n \frac{F_P}{(1+i)^P} = \$ 82,99$$

Ecuación 1. Valor actual neto.

Donde P es en número de periodo, i es la rentabilidad exigida por el *sponsor*, y F_P son los flujos de dinero en cada periodo²⁴. Seguidamente se calculó el valor presente neto (VPN), el cual se obtiene mediante la diferencia entre el valor neto actual y la inversión inicial (flujo de dinero en $P=0$) como se aprecia en la Ecuación 2.

$$VPN = VAN - F_0 = \$ 82,99 - \$ 61,78 = \$ 21,02$$

Ecuación 2. Valor presente neto.

Partiendo de la expresión anterior, se calculó la tasa interna de retorno (TIR), la cual se define como la tasa de interés a la cual el valor presente neto es igual a cero ($VPN=0$); esto implica que el valor actual neto debe ser igual a la inversión inicial ($VAN=F_0$) como se muestra en la siguiente ecuación:

$$\sum_{P=1}^n \frac{F_P}{(1+i)^P} = \$ 61,78$$

Ecuación 3. Expresión para hallar TIR.

Resolviendo la ecuación se obtuvo que la tasa interna de retorno (TIR) equivale a 30,33%; el mismo resultado se obtuvo usando la formula TIR del programa *Microsoft Excel*. Seguidamente calculamos el costo de capital (WACC por sus siglas en inglés) mediante la Ecuación 4:

$$WACC = I_{sp} \frac{R_p}{(R_p + R_f)} + I_f \frac{R_f}{(R_p + R_f)} (1 - I_r)$$

Ecuación 4. Costo promedio de capital.

En la **Tabla 43** se mencionan las equivalencias de cada uno de sus términos.

²⁴ las cantidades están dadas en millones

Tabla 43. Términos de la ecuación costo de capital.

Termino	Nombre	Valor
I_{sp}	Tasa exigida por <i>sponsor</i>	20%
I_f	Tasa de la entidad bancaria	25%
I_r	Impuesto de renta	33%
R_p	Recursos de la entidad	\$ 42,57
R_f	Recursos por préstamo	\$ 28,38

Fuente: Construcción del autor

Con los datos anteriores se obtuvo un valor del costo promedio de capital (WAAC) de 18,7%.

Finalmente se realizó el cálculo del indicador EVA, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$EVA = TIR - WACC = 30,33\% - 18,7\% = 11,63\%$$

Ecuación 5. Indicador EVA.

Estos indicadores se pueden apreciar de forma resumida en la **Tabla 13** de este documento

Anexo J. Cálculo de la huella de carbón para la fase de diagnóstico.

Tabla 44. Huella de carbono por factor de emisión - fase de diagnóstico.

CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO PAPEL - FASE DIAGNÓSTICO							
MATERIAL	TIEMPO (meses)	CANTIDAD DE RESMAS	PESO C/RESMA (kg)	CONSUMO (kg)	FACTOR DE EMISIÓN (kg CO₂/Kg papel)	EMISIÓN (kg CO₂)	
PAPEL	0,53	2	2,35	2,49	1,84	4,58	
TOTAL TONELADAS CO₂							0,0046
CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO ENERGÍA ELÉCTRICA - FASE DIAGNÓSTICO							
MAQUINA	CANTIDAD	DÍAS	TRABAJO (días)	TRABAJO (horas)	FACTOR DE CONSUMO (watt)	CONSUMO REAL (kwh)	EMISIÓN (kg CO₂)
COMPUTADOR	3	12	36	288	250	72	9,79
IMPRESORA, FOTOCOPIADORA, ESCÁNER	1	12	12	96	600	57,6	7,83
BOMBILLO	5	12	57,8	462,4	50	23,12	3,14
TELÉFONO	3	12	36	288	4	1,152	0,16
TOTAL							20,93
TOTAL TON CO₂							0,0209
CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO COMBUSTIBLE - FASE DIAGNÓSTICO							
VEHÍCULO	CANTIDAD	TRABAJO (días)	FACTOR DE CONSUMO (galones/días)	CONSUMO REAL (galones)	CONSUMO REAL (litros)	FACTOR DE EMISIÓN (kg CO₂/l)	EMISIÓN (kg CO₂)
DESPLAZAMIENTO DE PERSONAL VEHÍCULO CONVENCIONAL	1	2	1	2	7,48	2,272	16,99
TOTAL TONELADAS CO₂							0,0170
CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO AGUAS RESIDUALES - FASE DIAGNÓSTICO							
USO DEL AGUA	CANTIDAD	TRABAJO (día)	FACTOR DE CONSUMO (m³/día)	CONSUMO REAL (m³)	FACTOR DE EMISIÓN (kg CO₂/m³)	EMISIÓN (kg CO₂)	
EQUIPO DE PROYECTO	3	12	0,045	1,56	0,14	0,22	
TOTAL TONELADAS CO₂							0,0002

Fuente: Construcción del autor

Cálculo de la huella de carbón para la fase de diseño.

Tabla 45. Huella de carbono por factor de emisión - fase de diseño.

CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO PAPEL - FASE DISEÑO									
MATERIAL	TIEMPO (meses)	CANTIDAD DE RESMAS		PESO C/RESMA (kg)	CONSUMO (kg)	FACTOR DE EMISIÓN (kg CO ₂ / kg papel)		EMISIÓN (kg CO ₂)	
PAPEL	0,86	3		2,35	6,063	1,84		11,156	
TOTAL TON CO ₂								0,01116	
CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO ENERGÍA ELÉCTRICA - FASE DISEÑO									
MAQUINA	CANTIDAD	DÍAS	TRABAJO (días)	TRABAJO (horas)	FACTOR DE CONSUMO (watt)	CONSUMO REAL (kwh)	FACTOR DE EMISIÓN (kg CO ₂ /kwh)	EMISIÓN (kg CO ₂)	
COMPUTADOR	3	19	57	456	250	114	0,136	15,20	
IMPRESORA, FOTOCOPIADORA, ESCÁNER	1	19	19	152	600	91,2	0,136	12,40	
BOMBILLO	5	19	95	760	50	38	0,136	5,17	
TELÉFONO	3	19	57	456	4	1,824	0,136	0,25	
PLOTTER	1	1	1	8	660	5,28	0,136	0,72	
TOTAL								34,04	
TOTAL TONELADAS CO ₂								0,0340	
CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO AGUAS RESIDUALES - FASE DISEÑO									
USO DEL AGUA	CANTIDAD	TRABAJO (días)	FACTOR DE CONSUMO (m ³ /días)		CONSUMO REAL (m ³)	FACTOR DE EMISIÓN (kg CO ₂ / m ³)		EMISIÓN (kg CO ₂)	
EQUIPO DE PROYECTO	3	19	0,045		2,565	0,14		0,36	
TOTAL TON CO ₂								0,0004	

Fuente: Construcción del autor

Cálculo de la huella de carbón para la fase de implementación.

Tabla 46. Huella de carbono por factor de emisión - fase de implementación.

CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO PAPEL - FASE IMPLEMENTACIÓN								
MATERIAL	TIEMPO (meses)	CANTIDAD DE RESMAS	PESO C/RESMA (kg)	CONSUMO (kg)	FACTOR DE EMISIÓN (kg CO ₂ /kg papel)	EMISIÓN (kg CO ₂)		
PAPEL	2	2	2,35	9,4	1,84	17,296		
TOTAL TON CO ₂						0,0173		
CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO ENERGÍA ELÉCTRICA - FASE IMPLEMENTACIÓN								
MAQUINA	CANTIDAD	DÍAS	TRABAJO (días)	TRABAJO (horas)	FACTOR CONSUMO (watt)	CONSUMO REAL (kwh)	FACTOR DE EMISIÓN (kg CO ₂ /kwh)	EMISIÓN (kg CO ₂)
COMPUTADOR	3	44	132	1056	250	264	0,136	35,90
IMPRESORA, FOTOCOPIADORA, ESCÁNER	1	44	44	352	600	211,2	0,136	28,72
ESTABILIZADOR	1	44	44	352	1000	352	0,136	47,87
ESTACIÓN DE SOLDADURA	1	20	20	160	100	16	1,136	18,18
CAUTÍN	13	20	260	2080	40	83,20	1,136	94,52
BOMBILLO	5	44	220	1760	50	88	0,136	11,97
TELÉFONO	3	44	132	1056	4	4,22	0,136	0,57
AUTOCLAVE	1	35	35	280	1500	420	0,136	57,12
TOTAL								294,85
TOTAL TONELADAS CO ₂								0,2949
CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO AGUAS RESIDUALES - FASE IMPLEMENTACIÓN								
USO DEL AGUA	CANTIDAD	TRABAJO (días)	FACTOR DE CONSUMO (m ³ /días)	CONSUMO REAL (m ³)	FACTOR DE EMISIÓN (kg CO ₂ /m ³)	EMISIÓN (kg CO ₂)		
EQUIPO DE PROYECTO	3	44	0,045	5,94	0,14	0,83		
TOTAL TONELADAS CO ₂						0,0086		

Fuente: Construcción del autor

Cálculo de la huella de carbón para la fase de pruebas y afinamiento.

Tabla 47. Huella de carbono por factor de emisión - fase de pruebas y afinamiento.

CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO PAPEL - FASE PRUEBAS Y AFINAMIENTO								
MATERIAL	TIEMPO (meses)	CANTIDAD DE RESMAS		PESO C/RESMA (kg)	CONSUMO (kg)	FACTOR DE EMISIÓN (kg CO ₂ /kg papel)		EMISIÓN (kg CO ₂)
PAPEL	0,48	3		2,35	3,384	1,84		6,226
TOTAL TON CO ₂								0,0062
CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO ENERGÍA ELÉCTRICA - FASE PRUEBAS Y AFINAMIENTO								
MAQUINA	CANTIDAD	DÍAS	TRABAJO (días)	TRABAJO (horas)	FACTOR CONSUMO (watt)	CONSUMO REAL (kwh)	FACTOR DE EMISIÓN (kg CO ₂ /kwh)	EMISIÓN (kg CO ₂)
COMPUTADOR	3	11	33	264	250	66	0,136	8,98
IMPRESORA, FOTOCOPIADORA, ESCÁNER	1	11	11	88	600	52,8	0,136	7,18
ESTABILIZADOR	1	11	11	88	1000	88	0,136	11,97
ESTACIÓN DE SOLDADURA	1	5	5	40	200	8	1,136	9,09
CAUTÍN	13	5	65	520	40	20,8	1,136	23,63
BOMBILLO	5	11	55	440	50	22	0,136	2,99
TELÉFONO	3	11	33	264	4	1,056	0,136	0,14
AUTOCLAVE	1	11	11	88	1500	132	0,136	17,95
TOTAL								18,10
TOTAL TONELADAS CO2								0,0181
CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO AGUAS RESIDUALES - FASE PRUEBAS Y AFINAMIENTO								
USO DEL AGUA	CANTIDAD	TRABAJO (días)	FACTOR DE CONSUMO (m³/ días)		CONSUMO REAL (m³)	FACTOR DE EMISIÓN (kg CO ₂ / m³) *		EMISIÓN (kg CO ₂)
EQUIPO DE PROYECTO	3	11	0,045		1,485	0,14		0,21
PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO AUTOCLAVE	3	11	0,001		0,033	0,14		0,005
TOTAL								0,21
TOTAL TONELADAS CO ₂								0,0002

Fuente: Construcción del autor

Cálculo de la huella de carbón para la fase de puesta en marcha.

Tabla 48. Huella de carbono por factor de emisión - fase de puesta en marcha.

CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO PAPEL - FASE PUESTA EN MARCHA									
MATERIAL	TIEMPO (meses)	CANTIDAD DE RESMAS		PESO C/RESMA (kg)		CONSUMO (kg)	FACTOR DE EMISIÓN (kg CO ₂ /kg papel)		EMISIÓN (kg CO ₂)
PAPEL	0,68	5		2,35		7,99	1,84		14,701
TOTAL TONELADAS CO2									0,0147
CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO ENERGÍA ELÉCTRICA - FASE PUESTA EN MARCHA									
MAQUINA	CANTIDAD	DÍAS	TRABAJO (días)	TRABAJO (horas)	FACTOR CONSUMO (watt)	CONSUMO REAL (kwh)	FACTOR DE EMISIÓN (Kg CO ₂ /kwh)	EMISIÓN (kg CO ₂)	
COMPUTADOR	3	15	45	360	250	90	0,136	12,24	
IMPRESORA, FOTOCOPIADORA, ESCÁNER	1	15	15	120	600	72	0,136	9,79	
ESTABILIZADOR	1	15	15	120	1000	120	0,136	16,32	
BOMBILLO	5	15	75	600	50	30	0,136	4,08	
TELÉFONO	3	15	45	360	4	1,44	0,136	0,20	
AUTOCLAVE	1	15	15	120	1500	180	0,136	24,48	
TOTAL									67,11
TOTAL TONELADAS CO ₂									0,0671
CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO AGUAS RESIDUALES - FASE PUESTA EN MARCHA									
USO DEL AGUA	CANTIDAD	TRABAJO (días)	FACTOR DE CONSUMO (m ³ /día)		CONSUMO REAL (m ³)	FACTOR DE EMISIÓN (kg CO ₂ / m ³)		EMISIÓN (kg CO ₂)	
EQUIPO DE PROYECTO	3	15	0,045		2,025	0,14		0,28	
PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO AUTOCLAVE	3	15	0,001		0,045	0,14		0,01	
TOTAL									0,29
TOTAL TONELADAS CO ₂									0,0003

Fuente: Construcción del auto

Anexo K. Matriz P5

Tabla 49. Matriz P5.

Integradores del P5	Indicadores	Categorías de sostenibilidad	Sub Categorías	Elementos	Implementación	Justificación	Pruebas y afinamiento	Justificación	Total	Acciones de mejora/respuesta	
Producto	Objetivo	Calidad de producto Cumplimiento de requerimientos	Sostenibilidad ambiental	Transporte	Proveedores locales	-3,00	Para esta fase del proyecto se van a emplear proveedores locales en lo que respecta al 85 % de las adquisiciones mientras que un 15% restantes se van a usar proveedores internacionales.	-3,00	Los insumos para pruebas y puesta en servicio serán adquiridos por proveedores nacionales.	-6,00	El impacto es positivo, no aplica.
	Proyecto	Impacto			Eficiencia y madurez de los procesos	Comunicación digital	-2,00	Se harán reuniones remotas por Skype con los distintos miembros del equipo y estos no se encuentren en el lugar de trabajo.	2,00	En las fases de pruebas y puesta en marcha la asistencia presencial al lugar de trabajo será obligatoria.	0,00
Viajes						-3,00	No es necesario realizar desplazamientos largos	-3,00	No es necesario realizar desplazamientos largos	-6,00	El impacto es positivo, no aplica.
Transporte						-2,00	Para el desarrollo de código del módulo de software y hardware, se va a poder trabajar desde casa un 50% para reducir el número de emisiones de partículas por desplazamientos.	3,00	En las fases de pruebas y puesta en marcha la asistencia presencial al lugar de trabajo será obligatoria.	1,00	Aumentar el tiempo de trabajo desde casa para incrementar el impacto en la fase de implementación.

Fuente: Construcción del autor

Continuación **Tabla 49**

Integradores del P5		Indicadores	Categorías de sostenibilidad	Sub Categorías	Elementos	Implementación	Justificación	Pruebas y afinamiento	Justificación	Total	Acciones de mejora/respuesta
Producto	Objetivo	Calidad de producto Cumplimiento de requerimientos	Sostenibilidad ambiental	Energía	Energía usada	3,00	En la fase de implementación del proyecto se consumirá en gran medida energía eléctrica debido al funcionamiento de los equipos de cómputo, instrumentos de medición, impresoras, equipo de soldadura y equipo de fabricación del módulo mecánico. Esta energía no se puede devolver o reasignar.	3,00	En la fase de pruebas y puesta en marcha se consumirá en gran medida energía eléctrica para las pruebas de esterilización del sistema. Esta energía no se puede devolver o reasignar.	6,00	Los equipos de cómputo se dejarán en modo de ahorro de energía y la estación de soldadura regula la temperatura del cautín para mantenerlo caliente sin consumir toda la potencia nominal del equipo.
					Emisiones /CO ₂ por la energía usada	3,00	La huella de carbón para la fase de implementación es de 0,86	1,00	La huella de carbón para la fase de implementación es de 0,04	4,00	Reducir el consumo de materias primas, energía y recursos naturales como el agua.
					Retorno de energía limpia	3,00	En esta fase no se contempla el uso de energías limpias	3,00	En esta fase no se contempla el uso de energías limpias	6,00	Revisar la posibilidad de usar energía eléctrica proveniente de paneles solares para la estación de soldadura y ensamble de los circuitos impresos.

Fuente: Construcción del autor

Continuación **Tabla 49**

Integradores del P5	Indicadores	Categorías de sostenibilidad	Sub Categorías	Elementos	Implementación	Justificación	Pruebas y afinamiento	Justificación	Total	Acciones de mejora/respuesta
Producto	Objetivo	Calidad de producto	Residuos	Reciclaje	3,00	En la implementación se utilizan materiales tales como acero inoxidable y cable los cuales son reciclables, sin embargo, se utilizarán circuitos impresos, estaño y componentes electrónicos los cuales son difíciles de reciclar por el tema de separación de residuos.	-1,00	Para las fases de pruebas y puesta en marcha del proyecto se prevé reciclaje de los galones que contienen el agua destilada, los residuos de cable producto de la instalación.	2,00	No desperdiciar componentes electrónicos ni insumos de soldadura para mitigar el impacto ambiental.
		Cumplimiento de requerimientos								
Proyecto	Impacto	Eficiencia y madurez de los procesos		Disposición final	1,00	Para esta fase no se ha dispuesto presupuesto para la disposición final de los residuos sólidos ya que en su conjunto no representan un gran volumen.	1,00	Para esta fase no se ha dispuesto presupuesto para la disposición final de los residuos sólidos, dado que no representan un gran volumen.	2,00	Realizar manualmente la separación de residuos y enviarlos a lugares adecuados para su tratamiento y disposición final.
				Reusabilidad	0,00	No aplica.	0,00	No aplica.	0,00	no aplica
				Energía incorporada	1,00	Se puede decir que en el proyecto se utiliza energía eléctrica procedente del agua, el cual es un recurso renovable pero limitado.	1,00	El proyecto se utiliza energía eléctrica procedente del agua, el cual es un recurso renovable pero limitado.	2,00	Revisar la posibilidad de usar energía eléctrica proveniente de paneles solares.
				Residuos	1,00	Para este proyecto no se diseñaron planes de manejo de residuos dado que los residuos totales representan un volumen menor.	1,00	Para este proyecto no se diseñaron planes de manejo de residuos dado que los residuos totales representan un volumen menor.	2,00	Realizar manualmente la separación de residuos y enviarlos a lugares adecuados para su tratamiento y disposición final.

Fuente: Construcción del autor

Continuación **Tabla 49**

Integradores del P5		Indicadores	Categorías de sostenibilidad	Sub Categorías	Elementos	Implementación	Justificación	Pruebas y afinamiento	Justificación	Total	Acciones de mejora/respuesta
Producto	Objetivo	Calidad de producto Cumplimiento de requerimientos	Sostenibilidad ambiental	Agua	Calidad del agua	0,00	No aplica dado que en el proyecto no se intervienen fuentes hídricas	0,00	No aplica dado que en el proyecto no se intervienen fuentes hídricas	0,00	No aplica dado que en el proyecto no se intervienen fuentes hídricas
Proyecto	Impacto	Eficiencia y madurez de los procesos			Consumo del agua	3,00	Para las pruebas de esterilización en la fase de implementación se reutilizará el agua.	1,00	Para las pruebas de esterilización en la fase de implementación no se puede reutilizar el agua.	4,00	Reutilizar el agua en labores de limpieza y aseo.
Producto	Objetivo	Calidad de producto Cumplimiento de requerimientos	Sostenibilidad social	Prácticas laborales y trabajo decente	Empleo	-3,00	El personal se va a contratar con todas las prestaciones de ley y la contratación se basará en los conocimientos, estudios y experiencia necesarios para desempeñar los cargos definidos.	-3,00	El personal se va a contratar con todas las prestaciones de ley y la contratación se basará en los conocimientos, estudios y experiencia necesarios para desempeñar los cargos definidos.	-6,00	El impacto es positivo, no aplica.
Proyecto	Impacto	Eficiencia y madurez de los procesos			Relaciones laborales	-1,00	Se destinará media jornada de trabajo al finalizar la fase de implementación para fortalecer el relacionamiento de los integrantes del equipo de trabajo mediante dinámicas de integración.	-1,00	Se destinará media jornada de trabajo al finalizar la fase de pruebas y puesta en marcha para fortalecer el relacionamiento de los integrantes del equipo de trabajo mediante dinámicas de integración.	-2,00	El impacto es positivo, no aplica.

Fuente: Construcción del autor

Continuación **Tabla 49**

Integradores del P5	Indicadores	Categorías de sostenibilidad	Sub Categorías	Elementos	Implementación	Justificación	Pruebas y afinamiento	Justificación	Total	Acciones de mejora/respuesta
Producto	Objetivo	Calidad de producto Cumplimiento de requerimientos	Sostenibilidad social	Salud y seguridad	-3,00	Los integrantes del grupo de trabajo tienen equipo de protección contra accidentes laborales y además de esto, sus aportes a salud y ARL se realizará de forma oportuna.	-3,00	Los integrantes del grupo de trabajo tienen equipo de protección contra accidentes laborales y además de esto, sus aportes a salud y ARL se realizará de forma oportuna.	-6,00	El impacto es positivo, no aplica.
Proyecto	Impacto	Eficiencia y madurez de los procesos		Educación y capacitación	0,00	No aplica ya que esta es una mejora de producto.	0,00	No aplica ya que esta es una mejora de producto.	0,00	No aplica ya que esta es una mejora de producto.
				Aprendizaje organizacional	0,00	No aplica ya que esta es una mejora de producto.	0,00	No aplica ya que esta es una mejora de producto.	0,00	No aplica ya que esta es una mejora de producto.
				Diversidad e igualdad de oportunidades	-3,00	Todos los integrantes del equipo de trabajo serán tratados de igual manera, respetando sus creencias personales e identidad sexual y aplicando el reglamento de la organización sin excepción alguna.	-3,00	Todos los integrantes del equipo de trabajo serán tratados de igual manera, respetando sus creencias personales e identidad sexual y aplicando el reglamento de la organización sin excepción alguna.	-6,00	El impacto es positivo, no aplica.

Fuente: Construcción del autor

Continuación **Tabla 49**

Integradores del P5		Indicadores	Categorías de sostenibilidad	Sub Categorías	Elementos	Implementación	Justificación	Pruebas y afinamiento	Justificación	Total	Acciones de mejora/respuesta
Producto	Objetivo	Calidad de producto Cumplimiento de requerimientos	Sostenibilidad social	Derechos humanos	No discriminación	-3,00	Cualquier trato de discriminación por raza, sexo o religión o de alguna otra naturaleza con algún miembro interno o externo del proyecto será investigado y castigado de acuerdo al reglamento interno de la clínica.	-3,00	Cualquier trato de discriminación por raza, sexo o religión o de alguna otra naturaleza con algún miembro interno o externo del proyecto será investigado y castigado de acuerdo al reglamento interno de la clínica.	-6,00	El impacto es positivo, no aplica.
		Eficiencia y madurez de los procesos			Libre asociación	0,00	No aplica ya que los integrantes del grupo de trabajo serán contratados directamente por el proyecto más no por la clínica.	0,00	No aplica ya que los integrantes del grupo de trabajo fueron contratados directamente por el proyecto más no por la clínica.	0,00	No aplica ya que los integrantes del grupo de trabajo fueron contratados directamente por el proyecto más no por la clínica.
					Trabajo infantil	-1,00	El equipo de trabajo del proyecto será personal mayor de edad; en ningún caso se contratará a personal que esté por debajo del límite de edad definido por la legislación; no se destina presupuesto para indagar si los proveedores usan esta modalidad.	-1,00	El equipo de trabajo del proyecto será personal mayor de edad; en ningún caso se contratará a personal que esté por debajo del límite de edad definido por la legislación; no se destina presupuesto para indagar si los proveedores usan esta modalidad.	-2,00	El impacto es positivo, no aplica.

Fuente: Construcción del autor

Continuación **Tabla 49**

Integradores del P5	Indicadores	Categorías de sostenibilidad	Sub Categorías	Elementos	Implementación	Justificación	Pruebas y afinamiento	Justificación	Total	Acciones de mejora/respuesta
Producto	Objetivo	Calidad de producto Cumplimiento de requerimientos	Derechos humanos	Trabajo forzoso y obligatorio	-1,00	El equipo de trabajo del proyecto no será sometido en ningún momento a trabajos forzados u obligatorios, sin embargo, no se destina presupuesto para hacer alguna investigación de proveedores que podrían emplear esta modalidad en sus sistemas de producción.	-1,00	El equipo de trabajo del proyecto no será sometido en ningún momento a trabajos forzados u obligatorios, sin embargo, no se destina presupuesto para hacer alguna investigación de proveedores que podrían emplear esta modalidad en sus sistemas de producción.	-2,00	El impacto es positivo, no aplica.
Proyecto	Impacto	Eficiencia y madurez de los procesos	Sostenibilidad social	Apoyo de la comunidad	-3,00	El proyecto tiene un apoyo de la comunidad bastante grande en la medida que el producto de este proyecto ayudará a reducir la cantidad de muertes ocasionadas por el uso de instrumentos quirúrgicos contaminados.	-3,00	El proyecto tiene un apoyo de la comunidad bastante grande en la medida que el producto de este proyecto ayudará a reducir la cantidad de muertes causadas por el uso de instrumentos quirúrgicos contaminados.	-6,00	El impacto es positivo, no aplica.
			Sociedad y consumidores	Políticas públicas/cumplimiento	-1,00	El proyecto cumplirá con las legislaciones laborales, tributarias y demás que apliquen para el desarrollo del producto, sin embargo, no contempla presupuesto para hacer una vigilancia estricta de este punto.	-1,00	El proyecto cumplirá con las legislaciones laborales, tributarias y demás que apliquen para el desarrollo del producto, sin embargo, no contempla presupuesto para hacer una vigilancia estricta de este punto.	-2,00	El impacto es positivo, no aplica.

Fuente: Construcción del autor

Continuación **Tabla 49**

Integradores del P5	Indicadores	Categorías de sostenibilidad	Sub Categorías	Elementos	Implementación	Justificación	Pruebas y afinamiento	Justificación	Total	Acciones de mejora/respuesta
Producto	Objetivo	Sostenibilidad social	Sociedad y consumidores	Salud y seguridad del consumidor	-3,00	El producto desarrollado contempla métodos de protección contra alta presión y temperatura tales como válvula de seguridad y sensores de temperatura/ presión, señalización y alarmas audibles entre otros.	-3,00	Pruebas de las acciones desencadenadas cuando el equipo alcanza valores límites de temperatura y presión y desarrollo de un manual de funcionamiento del equipo para ilustrar al usuario acerca de su uso.	-6,00	El impacto es positivo, no aplica.
	Impacto			Calidad de producto Cumplimiento de requerimientos	Etiquetas de productos y servicios	-2,00	El producto implementado en esta fase tendrá la debida señalización que advierta de riesgos de altas temperaturas, presión y eléctrico e igualmente tendrá una placa metálica con las especificaciones eléctricas del mismo, sin embargo, no se agregarán los datos acerca de su disposición final.	-2,00	En las pruebas finales se verificará la existencia de señalización que advierta de riesgos de altas temperaturas, presión y eléctrico.	-4,00
				Mercadeo y publicidad	0	No aplica ya que es una mejora de producto.	0,00	No aplica ya que es una mejora de producto.	0,00	No aplica ya que es una mejora de producto.
				Privacidad del consumidor	0,00	No aplica ya que es una mejora de producto.	0,00	No aplica ya que esta es una mejora de producto.	0,00	No aplica ya que es una mejora de producto.

Fuente: Construcción del autor

Continuación **Tabla 49**

Integradores del P5		Indicadores	Categorías de sostenibilidad	Sub Categorías	Elementos	Implementación	Justificación	Pruebas y afinamiento	Justificación	Total	Acciones de mejora/respuesta		
Producto	Objetivo	Calidad de producto	Sostenibilidad social	Comportamiento ético	Prácticas de inversión y abastecimiento	0,00	No aplica ya que esta es una mejora de producto.	0,00	No aplica ya que esta es una mejora de producto.	0,00	No aplica ya que esta es una mejora de producto.		
		Cumplimiento de requerimientos											
Proyecto	Impacto	Eficiencia y madurez de los procesos			Soborno y corrupción	-3,00	El producto implementado en esta fase tendrá un software que le permita tener diferentes perfiles de usuarios para evitar alteración de la información contenida en bases de datos.	-3,00	Se realizarán pruebas para intentar modificar la información contenida en las bases de datos del software con el objetivo de encontrar brechas de seguridad y corregirlas.	-6,00	El impacto es positivo, no aplica.		
					Comportamiento antiético	-3,00	Se firmará un acuerdo de confidencialidad con el personal de desarrollo de software para evitar la divulgación de claves y/o métodos de acceso a la información contenida en el sistema.	-3,00	Se firmará un acuerdo de confidencialidad con el personal de pruebas para evitar la divulgación de claves y/o métodos de acceso a la información contenida en el sistema.	-6,00	El impacto es positivo, no aplica.		
TOTAL					-22,00		-21,00		-	43,00			
PROMEDIO					-0,71		-0,68		-1,79				

Fuente: Construcción del autor

Anexo L. *Project Charter*.

PROJECT CHARTER

<i>Project Title:</i> Sistema de esterilización de instrumentos quirúrgicos	
<i>Project Sponsor:</i> Director General de la clínica	<i>Date Prepared:</i> 2018-06-24
<i>Project Manager:</i> Gerente de Proyecto	<i>Project Customer:</i> Clínica

Project Purpose or Justification:

La clínica requiere controlar de forma detallada el proceso de esterilización del instrumental quirúrgico, ya que esto le permitirá mitigar el riesgo de la ocurrencia de incidentes asociados al uso de instrumentos quirúrgicos contaminados.

Project Description:

El proyecto contempla el diseño, implementación y puesta en servicio de un sistema de esterilización de instrumentos quirúrgicos que permita controlar de forma sistematizada el proceso de esterilización; este proyecto se llevara a cabo en 5 fases identificadas por los índices 1.1 al 1.5 de la estructura de desagregación de trabajo expuesta en la Figura 8 de este documento; la fase de gerencia de proyectos identificada con el índice 1.6 se llevará a cabo a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

High-Level Requirements:

- Organización:
 - Se deben elaborar actas de todas las reuniones llevadas a cabo por el *sponsor* y el equipo de proyecto.
 - Todo el equipo de proyecto debe cumplir con las políticas establecidas por la clínica.

PROJECT CHARTER

High-Level Requirements:

- Proyecto:

A continuación se definen los requerimientos de alto nivel que tendrá el SEIQ propuesto en el proyecto:

- Las dimensiones físicas del equipo serán de 800 x 800 x 600 mm (ancho x profundidad x alto), tendrá conectividad a redes Ethernet por medio de puerto RJ45, se podrá gestionar de forma local por panel de control, o de forma remota por navegador web desde una red LAN o WAN y contará con indicadores lumínicos y pantallas de visualización de información.
- La cámara de esterilización debe tener forma cilíndrica con tapa de cierre mecánico en acero inoxidable, con dimensiones aproximadas de 400 mm de diámetro y 420 mm de longitud, debe soportar una presión mínima de 64 psi.
- El método de esterilización a usar será el aumento de presión por incremento de temperatura y tendrá tres ciclos predefinidos de esterilización y un ciclo personalizado por el usuario.
- El equipo tendrá embebido un entorno web para almacenar, consultar registros, monitorear y controlar el proceso de esterilización. Este entorno deberá ser accedido desde un computador a través de una red LAN o WAN por medio de navegador web.
- El equipo debe tener un control inteligente de presión de tipo PID, su tensión nominal de operación será 120 voltios en corriente alterna y tendrá dispositivos para protección contra sobrecargas y sobretensiones.

High-Level Risks:

La clasificación de riesgos para el proyecto se realizó mediante la estructura de desagregación EDRi expuesta en la Figura 11 de este documento; inicialmente, se definieron cuatro categorías de riesgo a segundo nivel las cuales hacen referencia a riesgos técnicos, internos, externos y de gestión de proyecto; seguidamente, por cada categoría se identificaron las fuentes generadoras de riesgo para el proyecto.

Según esta clasificación podemos apreciar que en la categoría de riesgos técnicos se presentan dos fuentes relacionadas con requerimientos y fallas en el funcionamiento, en la categoría de riesgos internos aparece una fuente relacionada con el área administrativa del proyecto, en la categoría de riesgos externos se presentan tres fuentes asociadas con variaciones económicas, oferta en el mercado y eventos naturales y finalmente, en la categoría de riesgos asociados a la gerencia de proyectos, se identificaron fuentes relacionadas con la ejecución, comunicación, monitoreo y control.

PROJECT CHARTER

<i>Project Objectives</i>	<i>Success Criteria</i>	<i>Person Approving</i>
----------------------------------	--------------------------------	--------------------------------

Scope:

Diseñar e implementar un sistema de esterilización de instrumentos quirúrgicos que permita controlar de forma sistematizada este proceso.	Dar cumplimiento a lo establecido en la Estructura de Desagregación del Trabajo (EDT) de modo que se garantice la ejecución del proyecto en los términos previstos.	Director general de la clínica (<i>Sponsor</i>).
---	---	--

Time:

El proyecto se ejecutará en un tiempo de estimado de 119 días, con una variación de más o menos 30 días.	Cumplir el cronograma para la ejecución del proyecto.	Gerente de proyecto (<i>Manager</i>).
--	---	---

Cost:

El proyecto se ejecutará con un presupuesto estimado de \$70,950 millones (incluidas reservas) con una variación de más o menos del 5%.	Invertir el presupuesto en la ejecución del proyecto procurando la optimización de los recursos.	Gerente de proyecto (<i>Manager</i>).
---	--	---

<i>Project Objectives</i>	<i>Success Criteria</i>	<i>Person Approving</i>
----------------------------------	--------------------------------	--------------------------------

Quality:

Lograr que el diseño objeto del proyecto cumpla con los requerimientos establecidos en el plan de calidad establecido.	Verificar los requisitos establecidos en el plan de calidad a fin de garantizar que el sistema cumpla con los requerimientos de la clínica.	Gerente de Proyecto (<i>Manager</i>).
--	---	---

<i>Summary Milestone</i>	<i>Due Date</i>
Diagnóstico	11-mar-2019
Diseño	08-abr-2019
Implementación	29-may-2019
Pruebas y afinamiento	13-jun-2019
Puesta en marcha	8-jul-2019
Gerencia de proyectos	8-jul-2019

PROJECT CHARTER***Estimated Budget:***

El presupuesto estimado del proyecto presentado en décimas de millón es de \$70,950 millones, distribuidos por entregable y reservas de contingencia de la siguiente forma:

Diagnóstico	\$1,968 millones
Diseño	\$10,406 millones
Implementación	\$19,551 millones
Pruebas y afinamiento	\$5,646 millones
Puesta en marcha	\$3,846 millones
Gerencia de proyectos	\$19,437 millones
Subtotal paquetes de trabajo	\$60,855 millones
Reserva de contingencia	\$7,053 millones
Reserva de gestión (5%)	\$3,043 millones
Total Presupuesto del proyecto	\$70,950 millones

<i>Stakeholder (s)</i>	<i>Role</i>
Director general de la clínica (<i>sponsor</i>)	Proveer los recursos para el desarrollo del proyecto, aprobar su diseño y recibir a satisfacción los entregables de la ejecución del proyecto.
Gerente del Proyecto	Garantizar la adecuada ejecución del proyecto dando cumplimiento a lo establecido durante la planeación.
Ingenieros	Diseñar e implementar el sistema de esterilización de instrumentos quirúrgicos.
Personal Administrativo de la clínica	Proporcionar la información necesaria para hacer el diseño y ajuste al sistema de esterilización de instrumentos quirúrgicos, así como participar en la puesta en marcha del sistema.
Médicos	Emplear el instrumental quirúrgico en el desarrollo de la actividad médica, por tanto son beneficiarios del adecuado control del proceso de esterilización.

PROJECT CHARTER

Stakeholder (s)	Role
Pacientes	Usar el instrumental quirúrgico durante los procedimientos médicos, así que son los primeros beneficiarios del control adecuado del proceso de esterilización.
Ministerio de Salud	Establecer la política pública en materia de salud y riesgos profesionales en Colombia.
Superintendencia de Salud	Ejercer inspección, vigilancia y control para garantizar la protección de los derechos de los usuarios del Sistema General de Seguridad Social en Salud en Colombia.
Invima	Proteger y promover la salud de los colombianos a través de la gestión de riesgos por uso de dispositivos médicos y demás productos que requieren de vigilancia sanitaria.

Project Manager Authority Level**Staffing Decisions:**

El Gerente de Proyecto por ser quien se encuentra liderando el equipo de trabajo del proyecto tendrá total autonomía para tomar decisiones relacionadas con el personal.

Budget Management and Variance:

El presupuesto asignado al proyecto será manejado con total autonomía por el Gerente de Proyecto y en ningún caso podrá superar el monto asignado incluida su variación estimada.

Technical Decisions:

El *sponsor* participa de forma directa en la toma de decisiones frente a cambios que puedan suscitarse en el proyecto, especialmente aquellos relacionados con el alcance y presupuesto.

Conflict Resolution:

El Gerente de Proyecto será el encargado de ser mediador para resolver cualquier conflicto que pueda presentarse durante el desarrollo del proyecto.

Approvals:

Project Manager Signature

Sponsor or Originator Signature

Project Manager Name

Sponsor or Originator Name

Date

Anexo M. Project Management Plan.

PROJECT MANAGEMENT PLAN

Project Title: Sistema de esterilización de instrumentos quirúrgicos	
Project Sponsor: Director General de la clínica	Date Prepared: 2018-06-24
Project Manager: Gerente de Proyecto	Project Customer: Clínica

Phase	Key Deliverables
Diagnóstico	<ul style="list-style-type: none"> - Documento análisis proceso de esterilización - Documento análisis de tecnología en autoclaves - Documento análisis marco legal en Colombia
Diseño	<ul style="list-style-type: none"> - Diseño Plataforma –Hardware - Diseño Plataforma Software –Web - Diseño de Sistema Mecánico - Diseño de Sistema Eléctrico
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> - Implementación Plataforma –Hardware - Implementación Plataforma Software –Web - Implementación de Sistema Mecánico - Implementación de Sistema Electromecánico
Pruebas y afinamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Pruebas y afinamiento del sistema de esterilización - Pruebas funcionales de plataforma hardware y software - Pruebas funcionales del sistema mecánico y eléctrico - Pruebas funcionales del proceso de esterilización - Actualización de planos y diseños
Puesta en marcha	<ul style="list-style-type: none"> - Puesta en marcha sistema de esterilización - Instalación y puesta en servicio del sistema de esterilización - Capacitación funcional y técnica del sistema - Socialización del sistema de esterilización - Entrega final del sistema de esterilización
Gerencia de proyecto	<ul style="list-style-type: none"> - Inicio: Construir el acta de constitución del proyecto, identificación de interesados. - Planeación: Plan para la dirección del proyecto y planes de gestión en cuanto a alcance, tiempo, costo, calidad, recursos humanos, comunicaciones, riesgos, adquisiciones, interesados. - Ejecución: Gestión del proyecto en cuanto a calidad, recursos humanos, comunicaciones, adquisiciones, interesados y alcance. - Monitoreo y control: Gestión del proyecto en cuanto a alcance, tiempo, costo, calidad, comunicaciones, riesgos, adquisiciones e interesados. - Cierre: Cerrar las adquisiciones del proyecto.

PROJECT MANAGEMENT PLAN

Project Management Processes and Tailoring Decisions

<i>Knowledge Area</i>	<i>Processes</i>	<i>Tailoring Decisions</i>
<i>Integration</i>	Aplica para todos los procesos	Ningún proceso requiere ser ajustado ²⁵ .
<i>Scope</i>	Aplica para todos los procesos	Ningún proceso requiere ser ajustado.
<i>Time</i>	Aplica para todos los procesos	Ningún proceso requiere ser ajustado.
<i>Cost</i>	Aplica para todos los procesos	Ningún proceso requiere ser ajustado.
<i>Quality</i>	Aplica para todos los procesos	Ningún proceso requiere ser ajustado.
<i>Human Resources</i>	Aplica para todos los procesos	Ningún proceso requiere ser ajustado.
<i>Communication</i>	Aplica para todos los procesos	Ningún proceso requiere ser ajustado.
<i>Risk</i>	Aplica para todos los procesos	Ningún proceso requiere ser ajustado.
<i>Procurement</i>	Aplica para todos los procesos	Ningún proceso requiere ser ajustado.
<i>Stakeholders</i>	Aplica para todos los procesos	Ningún proceso requiere ser ajustado.

Process Tools and Techniques

<i>Knowledge Area</i>	<i>Tools and Techniques</i>
<i>Integration</i>	Juicio de expertos, reuniones y herramientas de control de cambios
<i>Scope</i>	Juicio de expertos, reuniones, análisis de documentos, estudios comparativos, generación de alternativas, análisis de producto, descomposición e inspección.
<i>Time</i>	Juicio de expertos, reuniones, descomposición, planificación gradual, método de diagramación por dependencias, determinación de precedencias, adelantos y retrasos, <i>Microsoft Project</i> , análisis de alternativas, estimación ascendente, estimación por tres valores, método de la ruta crítica y compresión de cronograma
<i>Cost</i>	Juicio de expertos, reuniones, estimación por tres valores, <i>Microsoft Project</i> , costo de la calidad, agregación de costos y gestión del valor ganado.

²⁵ Esto se debe a que la entidad no tiene procesos internos para ejecución de proyectos tecnológicos.

PROJECT MANAGEMENT PLAN

<i>Knowledge Area</i>	<i>Tools and Techniques</i>
<i>Quality</i>	Análisis costo beneficio, siete herramientas básicas de la calidad, reuniones, tormenta de ideas, diagramas de árbol, diagramas matriciales e inspección.
<i>Human Resources</i>	Organigramas y descripciones de cargos, juicio de expertos, reuniones y teoría organizacional.
<i>Communication</i>	Análisis de requisitos de comunicación, tecnología de la comunicación, modelos de comunicación, métodos de comunicación, reuniones y juicio de expertos.
<i>Risk</i>	Juicio de expertos, reuniones, revisiones a la documentación, técnicas de recopilación de información, análisis con lista de verificación, análisis de supuestos, evaluación de probabilidad e impacto de los riesgos, matriz de probabilidad e impacto, evaluación de la calidad de los datos sobre riesgos, categorización de riesgos, evaluación de la urgencia de los riesgos, juicio de expertos, técnicas de recopilación y representación de datos, técnicas de análisis y cuantitativo de riesgos.
<i>Procurement</i>	Juicio de expertos, investigación de mercado y reuniones
<i>Stakeholders</i>	Análisis de interesados, juicio de expertos, reuniones y técnicas analíticas.

Variances and Baseline Management

<i>Scope Variance:</i> No serán permitidas las variaciones que modifiquen de alguna forma la línea base de alcance.	<i>Scope Baseline Management:</i> La línea base de alcance será administrada directamente por el gerente de proyecto.
<i>Schedule Variance:</i> Variaciones en la línea base de tiempo superiores a 15 días generarán alertas y aquellas que sean mayores a 30 días no serán aceptadas.	<i>Schedule Baseline Management:</i> La línea base de tiempo será administrada directamente por el gerente de proyecto usando la herramienta de programación Microsoft Project.
<i>Cost Variance:</i> Variaciones en la línea base de costo mayores al 3% generarán alarmas y aquellas que sean superiores al 5% no serán aceptadas.	<i>Cost Baseline Management:</i> La línea base de costos será administrada directamente por el gerente de proyecto usando la herramienta de programación Microsoft Project.

Project Reviews

Revisión de cronograma, revisión de ejecución del presupuesto, revisión de la línea base de alcance y auditorías de calidad.
--

Anexo N. *Change Management Plan.***CHANGE MANAGEMENT PLAN**

Project Title: Sistema de esterilización de instrumentos quirúrgicos	
Project Sponsor: Director General de la clínica	Date Prepared: 2018-06-24
Project Manager: Gerente de Proyecto	Project Customer: Clínica

Change Management Approach:

Se considera como cambio todo requerimiento, de cualquiera de los interesados del proyecto, que implique la modificación de lo establecido en la línea base del alcance, tiempo y/o costo del proyecto, de este modo todo cambio debe solicitarse de manera formal, esto es por escrito utilizando el formato denominado: *formato solicitud y revisión de cambios*, al Gerente de Proyecto para ser evaluados según lo establecido en el presente plan y posteriormente definir si el cambio es aprobado o rechazado.

La integración de los cambios se realizará previa aprobación del cambio, el cual debe ser documentado de modo que se pueda hacerse seguimiento al mismo y pueda actualizarse la documentación del proyecto que se requiera.

Definitions of Change:

Schedule change: Cualquier modificación del tiempo establecido para el desarrollo de las actividades de la ruta crítica se considera un cambio de la línea base de cronograma, por su parte las modificaciones que se requieran en las actividades que tienen holgura son consideradas para revisión.

Budget change: Se considerará como un cambio a la línea base de costo la variación del costo de cualquiera de los paquetes de trabajo que supere el 5% del valor presupuestado, por su parte la variación del 10% a la baja de lo presupuestado para los paquetes de trabajo será objeto de revisión.

Scope change: Los cambios en la línea base de alcance son aquellos que modifiquen las características técnicas del proyecto y por tanto de cada uno de los entregables, así cualquier requerimiento de modificación asociado a dichas características se considerara solicitud de cambio. Ningún requerimiento de modificación de alcance será considerado como revisión, toda vez que se le dará tramite de solicitud de cambio.

Project document changes: Todo requerimiento de cambio de la línea base de alcance, tiempo y costo que sea aprobado requiere ser documentado por tanto se realizará la actualización de la documentación del proyecto. Así mismo todo aquello que el Gerente de Proyecto considere deba consignarse en los documentos del proyecto generará cambios o actualización de los mismos.


CHANGE MANAGEMENT PLAN**Change Control Board:**

<i>Name</i>	<i>Role</i>	<i>Responsibility</i>	<i>Authority</i>
Juan Diego Montero	<i>Sponsor</i>	- Participar en el análisis de las solicitudes de cambios de la línea base de alcance, tiempo y costo junto con el Gerente de Proyecto.	Aprobar o rechazar los cambios de la línea base de alcance, tiempo y costo.
Alexander Bautista Alemán	Gerente de Proyecto	- Identificar las necesidades de cambios, recibir los requerimientos de cambios y participar en el análisis de las solicitudes de cambios a la línea base de alcance, tiempo y costo, así como de la documentación del proyecto. - Gestionar ante el <i>sponsor</i> las solicitudes de cambio a la línea base de alcance, tiempo y costo.	Definir qué solicitudes de cambio se constituyen como tal o si son solicitudes de revisión, en aras de gestionarlas o no ante el <i>sponsor</i> .
Alexander Bautista Alemán	Gerente de Proyecto	- Informar a los interesados, de ser necesario, la aprobación o rechazo de los cambios solicitados. - Garantizar la actualización de la documentación del proyecto.	Enviar comunicados oficiales respecto al proceso de cambios.

Change Control Process:

<i>Change request submittal</i>	Cualquier miembro del equipo de proyecto o interesado envía solicitud de cambios por escrito al Gerente de Proyecto.
<i>Change request tracking</i>	El Gerente de Proyecto determina si la solicitud de cambio afecta la línea base de alcance, tiempo y costo y en tal caso gestiona la solicitud ante el <i>sponsor</i> . En el caso de requerimientos de cambios a la documentación del proyecto garantizará la actualización de los documentos.
<i>Change request review</i>	El <i>sponsor</i> junto con el Gerente de Proyecto y los miembros del equipo de proyecto, en caso de requerirse, analizarán la solicitud de cambio
<i>Change request disposition</i>	El Gerente de Proyecto informa a los interesados sobre los cambios aprobados o rechazados según sea el caso e igualmente garantiza la actualización de la documentación del proyecto basado en los cambios aprobados a la línea base de alcance, tiempo y costos o bien deja documentados los cambios solicitados que fueron rechazados.

Anexo O. Formato solicitud y revisión de cambios.

	FORMATO SOLICITUD Y REVISIÓN DE CAMBIOS	
	Versión: 01	
Fecha:	Nombre del solicitante:	
Origen del cambio:		
Descripción del cambio solicitado		
Impacto en el proyecto		
Entrega: Firma del solicitante		Recibe: Nombre y firma Gerente de Proyecto
Fecha:	Nombre del revisor <i>Sponsor</i> :	
	Nombre del revisor Gerente de Proyecto:	
Resultado de la revisión		
Motivo de aprobación o rechazo		
Aspectos claves para la implementación del cambio		
Firma <i>Sponsor</i> del proyecto		Firma Gerente de Proyecto

Gráfica 9. Formato solicitud y revisión de cambios.

Fuente: Construcción del autor

Anexo P. *Stakeholder Management Plan.***STAKEHOLDER MANAGEMENT PLAN**

Project Title: Sistema de esterilización de instrumentos quirúrgicos	
Project Sponsor: Director General de la clínica	Date Prepared: 2018-06-24
Project Manager: Gerente de Proyecto	Project Customer: Clínica

General role	Stakeholder	Unaware	Resistant	Neutral	Supportive	Leading
A: Sponsor	Director General de la clínica				C: X D: X	
B: Gerente del Proyecto	Gerente de proyecto					C: X D: X
C: Ingenieros Desarrolladores	Ingeniero electrónico y electromecánico				C: X	D: X
D: Fabricantes Autoclaves	Compañías: - Walton - Heidolph	C: X D: X				
E: Fabricantes circuitos electrónicos.	Compañías: - Atmel Corporation - Fairchild Semiconductors - Raspberry Pi foundation	C: X D: X				
F: Fabricantes Software	Compañías: - Microsoft - RETHAT	C: X D: X				
G: Fabricantes estructuras mecánicas	Compañías: - INMEC CNC -CILBRÁS Ltda.	C: X D: X				

C = Current level of engagement D = Desired level of engagement

STAKEHOLDER MANAGEMENT PLAN

<i>General role</i>	<i>Stakeholder</i>	<i>Unaware</i>	<i>Resistant</i>	<i>Neutral</i>	<i>Supportive</i>	<i>Leading</i>
H: Entes de regulación y control de Colombia	-Ministerio de Salud - Superintendencia de Salud - Invima			C: X D: X		
I: Personal de salud de la clínica	- Personal Administrativo de la clínica - Médicos/Doctores			C: X	D: X	
J: Personal usuario de la clínica	- Pacientes/usuarios			C: X D: X		

C = Current level of engagement D = Desired level of engagement

<i>Stakeholder</i>	<i>Communication Needs</i>	<i>Method/Medium</i>	<i>Timing / Frequency</i>
<i>Sponsor</i> y Gerente de Proyecto	Información preliminar sobre el alcance del proyecto a un nivel de detalle alto.	Documento digital (PDF) vía correo electrónico	Una sola vez
<i>Sponsor</i> y equipo de proyecto	Planificación detallada del proyecto (alcance, tiempo, costo, problemas y riesgos) a un nivel de detalle muy alto.	Documento digital (PDF) vía correo electrónico	Una sola vez
1. <i>Sponsor</i> y Gerente de Proyecto 2.Gerente de Proyecto e ingenieros del equipo de proyecto	Información sobre inicio del proyecto a un nivel de detalle medio entre <i>Sponsor</i> y Gerente de Proyecto y alto entre Gerente de Proyecto e Ingenieros.	1. Reunión / Documento digital (PDF) vía correo electrónico 2. Socialización / Acta de reunión	Una sola vez
<i>Sponsor</i> y equipo de proyecto	Estado actual del proyecto, incidentes, porcentaje de avance, listado pendientes con fecha/responsable a un nivel de detalle alto.	Reunión / Documento digital (PDF) vía correo electrónico	Semanal

STAKEHOLDER MANAGEMENT PLAN

<i>Stakeholder</i>	<i>Communication Needs</i>	<i>Method/Medium</i>	<i>Timing / Frequency</i>
<i>Sponsor</i> y Gerente de Proyecto	Estado actual del proyecto, incidentes, porcentaje de avance, revisión cronograma, revisión flujo de caja, proyección triple restricción (Alcance, tiempo, costo), lecciones aprendidas a un nivel de detalle alto.	Reunión / Documento digital (PDF) vía correo electrónico	Mensual
<i>Sponsor</i> y Gerente de Proyecto	Estado final del proyecto, objetivos, producto esperado, incidentes, revisión cronograma proyectado versus esperado, análisis de la triple restricción, problemas, soluciones, lecciones aprendidas y conclusiones a un nivel de detalle muy alto.	Reunión / Documento digital (PDF) radicado en físico y vía correo electrónico	Una sola vez
<i>Sponsor</i> y Gerente de Proyecto	Objetivos cumplidos, producto entregado, análisis de resultados, conclusiones y recomendaciones a un nivel de detalle muy alto.	Reunión / Documento digital (PDF) radicado en físico y vía correo electrónico	Una sola vez

Pending Stakeholder Changes

No se prevén cambios en las partes interesadas del proyecto, no obstante, cabe señalar que un cambio de la dirección de la clínica supondría un cambio de *Sponsor*, lo que implicaría que el Gerente de Proyecto debe adelantar un trabajo de relacionamiento para mostrar la importancia de la ejecución del proyecto y asegurar que continúe siendo un apoyo para el mismo

Stakeholder Relationships

Las relaciones entre las partes interesadas son:

1. *Sponsor* y gerente de proyecto.
2. Gerente de proyecto e ingenieros que integran el equipo de proyecto.
3. Gerente de proyecto y personal de salud de la clínica.
4. Ingenieros que integran el equipo de proyecto y personal de salud de la clínica.
5. Gerente de proyecto y entes de regulación y control de Colombia.
6. Gerente de proyecto y fabricantes de autoclaves, circuitos electrónicos, software y estructuras mecánicas.
7. Ingenieros que integran el equipo de proyecto y fabricantes de autoclaves, circuitos electrónicos, software y estructuras mecánicas.

STAKEHOLDER MANAGEMENT PLAN***Stakeholder Engagement Approach***

<i>Stakeholder</i>	<i>Approach</i>
Ingeniero electrónico y electromecánico	El enfoque a utilizar para realizar la transición de un nivel de apoyo a un nivel de liderazgo consiste en promover la motivación respecto a las labores que desarrollan a lo largo del mismo de modo que comprendan que el éxito del proyecto depende en gran medida del papel que desempeñen.
- Personal Administrativo de la clínica - Médicos/Doctores	El enfoque a utilizar para realizar la transición de un nivel de apoyo a un nivel de liderazgo consiste en sensibilizar al personal desde el inicio del proyecto sobre los beneficios que el este traerá consigo, no solo para la clínica sino para el proceso de esterilización; así mismo, es necesario involucrarlos en el proceso de diagnóstico y diseño de modo que su opinión sea tomada en cuenta y por tanto sientan que contribuyeron al desarrollo del proyecto.

Stakeholders expectation

La gestión de las expectativas de los interesados se llevará a cabo por medio de dos formatos, los cuales son el formato de registro de polémicas (ver Anexo Z) y el formato de gestión de expectativas (ver Anexo JJ).

Anexo Q. Matriz de registro de involucrados.

STAKEHOLDER REGISTER

Project Title: Sistema de esterilización de instrumentos quirúrgicos	
Project Sponsor: Director General de la clínica	Date Prepared: 2018-06-24
Project Manager: Gerente de Proyecto	Project Customer: Clínica

<i>Name</i>	<i>Position</i>	<i>Role</i>	<i>Contact Information</i>	<i>Requirements</i>	<i>Expectations</i>	<i>Influence</i>	<i>Classification</i>
Juan Diego Montero	Director de la clínica	<i>Sponsor</i>	juanmont@clnicaagnes.com.co	Aprobaciones presupuestales.	Recibir un sistema de esterilización de instrumentos quirúrgicos que cumpla con lo establecido en el alcance del proyecto.	Alta influencia en el proyecto teniendo en cuenta que es el patrocinador de este.	Impacto alto
Alexander Bautista Alemán	Ingeniero Electrónico equipo de proyecto	Gerente de proyecto	alexbaut@clinicaagnes.com.co	Gestionar el proyecto.	Cumplir con los objetivos del proyecto garantizando el alcance, tiempo y costo.	Alta influencia en el proyecto ya que su éxito depende del control que ejerza sobre el desarrollo de este.	Impacto alto
David Rodríguez	Ingeniero Mecatrónico equipo de proyecto	Ingeniero de Hardware	davirodr@clinicaagnes.com.co	Diseño e implementación de estructura mecánica, plataforma de hardware y sistema eléctrico de la autoclave.	Diseñar e implementar la estructura mecánica, la plataforma hardware y el sistema eléctrico de la autoclave que cumplan los requerimientos del proyecto en cuanto alcance, tiempo y costo.	Alta influencia en el proyecto dado que lidera el desarrollo de la estructura mecánica y la plataforma hardware del proyecto.	Impacto alto
María José Alemán Herrera	Ingeniera Electrónica equipo de proyecto	Ingeniero de Software y Hardware	marialem@clnicaagnes.com.co	Desarrollo e implementación de los módulos de Software y Hardware	Diseñar e Implementar los módulos de Software y Hardware que cumplan con los requerimientos del proyecto en cuanto alcance, tiempo y costo.	Alta influencia en el proyecto dado que lidera el desarrollo de software y hardware.	Impacto alto
Walton	Compañía Walton	Proveedor	sales@autoclaves.com	Marco de referencia diseño autoclaves	Servir como referencia para el diseño de la autoclave.	Baja influencia toda vez que es solo un referente.	Impacto bajo

STAKEHOLDER REGISTER

<i>Name</i>	<i>Position</i>	<i>Role</i>	<i>Contact Information</i>	<i>Requirements</i>	<i>Expectations</i>	<i>Influence</i>	<i>Classification</i>
Heidolph	Compañía Heidolph	Proveedor	custserv@heidolph.com	Marco de referencia diseño autoclaves	Servir como referencia para el diseño de la autoclave.	Baja influencia toda vez que es solo un referente.	Impacto bajo
Atmel Corporation	Compañía Atmel Corporation	Proveedor	orders@buy.atmel.com	Microprocesadores y memorias módulo de hardware	Proveer los microcontroladores, memorias, documentación y soporte	Alta influencia toda vez que provee microprocesadores.	Impacto alto
Fairchild-Semiconductors	Compañía Fairchild-Semiconductors	Proveedor	michael.perras@onsemi.com	Integrados y componentes electrónicos módulo de hardware	Proveer los Integrados, componentes electrónicos, la documentación y soporte.	Alta influencia toda vez que provee componentes electrónicos.	Impacto alto
Raspberry Pi Foundation	Fundación Raspberry Pi	Proveedor	https://www.raspberrypi.org	Servidor de la plataforma web	Proveer el servidor Raspberry Pi, la documentación necesaria y soporte técnico de este equipo.	Alta influencia toda vez que provee el micro servidor.	Impacto alto
RETHAT	Compañía RETHAT	Proveedor	apac@redhat.com	Sistema Operativo y Bases motor de bases de datos módulo software	Proveer el sistema operativo, plataformas de desarrollo, motor de base de datos, soporte y documentación.	Alta influencia toda vez que provee el sistema operativo y software.	Impacto alto
INMEC	Compañía INMEC CNC	Proveedor	info@inmeccnc.com	Implementación estructura mecánica Autoclave	Fabrica la estructura mecánica de la autoclave en acero inoxidable basada en el diseño del ingeniero mecánico.	Alta influencia toda vez que provee el servicio de fabricación de la estructura mecánica de la autoclave.	Impacto alto
CILBRÁS	Compañía CILBRÁS Ltda.	Proveedor	Rio de Janeiro - RJ - Brasil Tel.: 55 (21) 2588-6233 / 5781 / 5974	Diseño e Implementación sistema de alta presión de la autoclave.	Diseña y Fabrica el tanque de alta presión de la autoclave de acuerdo con el diseño de la estructura mecánica del mismo.	Alta influencia toda vez que fabrica el cilindro de la autoclave.	Impacto alto

STAKEHOLDER REGISTER

<i>Name</i>	<i>Position</i>	<i>Role</i>	<i>Contact Information</i>	<i>Requirements</i>	<i>Expectations</i>	<i>Influence</i>	<i>Classification</i>
Ministerio de Salud	Ministerio de Salud	Ente Regulador	Carrera 13 No. 32-76, Bogotá, +571 316 1850 https://www.min.salud.gov.co	Aprobación del sistema de esterilización utilizado.	Soporte, regulación y/o aprobación (licencias) en cuanto al marco legal de equipos médicos Colombia	Alta influencia toda vez que el producto del proyecto debe cumplir con los estándares exigidos por esta entidad.	Impacto alto
Superintendencia de Salud	Superintendencia de Salud	Ente Regulador	Carrera 13 No. 28-08, Bogotá, +571 4817000 https://www.supersalud.gov.co/en-us	Aprobación del sistema de esterilización diseñado.	Soporte, regulación y/o aprobación (licencias) en cuanto a la inspección, vigilancia y control de equipos médicos en Colombia.	Alta influencia toda vez que el producto del proyecto debe cumplir con los estándares exigidos por esta entidad.	Impacto alto
Invima	Invima	Ente Regulador	Carrera 10 # 64-28 Bogotá, +571 2948700 https://www.invi.ma.gov.co/	Aprobación del sistema de esterilización diseñado y registro INVIMA.	Soporte, regulación y/o aprobación (licencias) en cuanto a la inspección, vigilancia y control de equipos médicos en Colombia.	Alta influencia toda vez que el producto del proyecto debe cumplir con los estándares exigidos por esta entidad.	Impacto alto
Personal Administrativo sector salud	Personal Administrativo o clínica Agnés Verder	Usuario	admhosp@clinicaagnes.com.co	Ayuda en levantamiento de información inicial y en ejecución de pruebas finales.	Brinden información necesaria desde el punto de vista de las entidades de salud para el diseño e implementación del sistema de esterilización.	Media influencia toda vez que conocen el proceso y pueden aportar información valiosa para el diseño del sistema.	Impacto medio
Personal Médico	Médicos, enfermeras y auxiliares clínica Agnés Verder	Usuario	medhosp@clinicaagnes.com.co	Ayuda en levantamiento de información inicial y en ejecución de pruebas finales.	Brinden información necesaria desde el punto de vista del personal médico para el diseño e implementación del sistema de esterilización.	Media influencia toda vez que conocen el proceso y pueden aportar información para el diseño de informes del sistema.	Impacto medio
Pacientes/ Usuarios	Pacientes y usuarios de la clínica Agnés Verder	Usuario	usuohosp@clinicaagnes.com.co	Ayuda en levantamiento de información inicial.	Brindan información desde el punto de vista del paciente/ usuario para el proyecto.	Baja influencia ya que no intervienen en el desarrollo del proyecto.	Impacto bajo

Anexo R. *Project scope statement.*

PROJECT SCOPE STATEMENT

Project Title: Sistema de esterilización de instrumentos quirúrgicos	
Project Sponsor: Director General de la clínica	Date Prepared: 2018-06-24
Project Manager: Gerente de Proyecto	Project Customer: Clínica

Product Scope Description

El producto es un sistema de esterilización de instrumentos quirúrgicos que está compuesto por una máquina denominada Autoclave, la cual lleva a cabo el proceso de esterilización, así mismo la compone un software que automatiza la generación de reportes, estadísticas, gráficas de procesos, registro de instrumental esterilizado. Adicional a ello permite la conexión vía TCP/IP para diagnóstico de fallas y descarga de información.

Project Deliverables

- Informe de diagnóstico del estado actual de la tecnología de Autoclaves.
- Diseños de hardware, software, mecánicos y eléctricos del producto.
- Informe de fallos o ajustes.
- Software y autoclave implementados.
- Plan de capacitación.
- Plan de gestión del proyecto.

Project Acceptance Criteria

Alcance

- La Autoclave realice de forma correcta el proceso de esterilización.
- El software debe generar reportes, gráficas de desempeño, registro de instrumental a esterilizar y alarmas.
- La autoclave debe tener la capacidad de gestionarse local y remotamente mediante TCP/IP y debe permitir la configuración de equipo, visualización de la información, descarga de reportes, generación de alarmas y ejecución de herramientas de autodiagnóstico ante fallos.
- El tamaño en volumen del tanque de la autoclave debe ser de 52 litros y soportar una presión máxima de 35 PSI sin evidenciar fugas y las dimensiones físicas deben ser proporcionales al tamaño del tanque, conservando principios de refrigeración de la máquina.

Tiempo

- Se acepta la variación estimada del tiempo para la culminación del proyecto la cual quedo establecida en el *project charter* y es equivalente a 30 días.
- Cualquier variación de tiempo durante la ejecución del proyecto que haya sido aprobada por el *Sponsor*.

Costo

- Se acepta una variación estimada del 5% sobre la línea base de costo del proyecto la cual quedo establecida en el *project charter* y es equivalente a \$3,043 millones de pesos colombianos.

PROJECT SCOPE STATEMENT

Project Exclusion

- El proyecto no incluye el aprovisionamiento de medios como bolsas o empaques con código de barras para el registro de instrumental quirúrgico.
- El proyecto no incluye el cableado de datos y eléctrico para la conexión de la autoclave, así como tampoco equipos de cómputo, software o una conexión a internet para su acceso.
- El proyecto no contempla el suministro de insumos asociados al proceso de esterilización.
- El proyecto no contempla del suministro de bases o soportes para la instalación de la autoclave.
- No incluye soporte técnico.
- No contempla el trámite para la certificación de la autoclave por parte del Invima.

Project Constraints

- La autoclave debe tener una dimensión y tamaño del tanque definidos.

Project Assumptions

- La autoclave automatizada permitirá tener mayor control del proceso de esterilización de instrumental quirúrgico.
- La generación de reportes soportará procesos de auditoria.
- El seguimiento sistematizado del proceso de esterilización reducirá los incidentes ocasionados por el uso de instrumental contaminado.
- El sistema empleado puede ser un modelo a seguir por otras instituciones prestadoras de salud.

Anexo S. Memoria de cálculo y estimación duraciones con Beta Pert.

EXPERTO 1				EXPERTO 2			PROMEDIO				DIST. BETA	DESV EST	RESERVA (10%)	B' (BETA + RESERVA)
EDT	PESIMISTA	MÁS PROBABLE	OPTIMISTA	PESIMISTA	MÁS PROBABLE	OPTIMISTA	PESIMISTA	MÁS PROBABLE	OPTIMISTA					
1.1														
1.1.1														
1.1.1.1														
1.1.1.1.1	0,50	0,64	0,44	0,59	0,53	0,53	0,55	0,59	0,49	0,56	0,01	0,00	0,56	
1.1.1.1.2	1,02	1,13	0,88	0,98	0,93	0,89	1,00	1,03	0,89	1,00	0,02	0,00	1,00	
1.1.1.2														
1.1.1.2.1	1,09	1,04	0,96	1,05	0,95	0,94	1,07	1,00	0,95	1,00	0,02	0,00	1,00	
1.1.1.2.2	2,16	2,20	1,80	1,94	1,90	1,71	2,05	2,05	1,76	2,00	0,05	0,00	2,00	
1.1.1.3														
1.1.1.3.1	1,05	1,11	0,97	0,99	0,92	0,88	1,02	1,02	0,93	1,00	0,02	0,00	1,00	
1.1.1.3.2	1,04	1,14	0,90	0,96	0,92	0,86	1,00	1,03	0,88	1,00	0,02	0,00	1,00	
1.1.1.4														
1.1.1.4.1	1,00	1,09	0,91	0,99	0,96	0,89	1,00	1,03	0,90	1,00	0,02	0,00	1,00	
1.2													0,00	
1.2.1														
1.2.1.1														
1.2.1.1.1	0,55	0,63	0,47	0,56	0,53	0,50	0,56	0,58	0,49	0,56	0,01	0,00	0,56	
1.2.1.1.2	0,47	0,50	0,44	0,40	0,40	0,37	0,44	0,45	0,41	0,44	0,00	0,00	0,44	
1.2.1.1.3	1,01	1,14	0,79	0,95	0,94	0,93	0,98	1,04	0,86	1,00	0,02	0,00	1,00	
1.2.1.1.4	0,22	0,26	0,19	0,20	0,20	0,19	0,21	0,23	0,19	0,22	0,00	0,00	0,22	
1.2.1.1.5	2,77	3,50	2,79	3,00	2,73	2,54	2,89	3,12	2,67	3,00	0,04	0,00	3,00	

EDT	EXPERTO 1			EXPERTO 2			PROMEDIO			DIST. BETA	DESV EST	RESERVA (10%)	B' (BETA + RESERVA)
	PESIMISTA	MÁS PROBABLE	OPTIMISTA	PESIMISTA	MÁS PROBABLE	OPTIMISTA	PESIMISTA	MÁS PROBABLE	OPTIMISTA				
1.2													0,00
1.2.1													
1.2.1.2													
1.2.1.2.1	0,10	0,13	0,09	0,11	0,10	0,10	0,11	0,12	0,10	0,11	0,00	0,00	0,11
1.2.1.2.2	0,11	0,12	0,11	0,11	0,10	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,00	0,00	0,11
1.2.1.2.3	0,20	0,26	0,20	0,21	0,20	0,19	0,21	0,23	0,20	0,22	0,00	0,00	0,22
1.2.1.2.4	0,45	0,50	0,43	0,43	0,40	0,36	0,44	0,45	0,40	0,44	0,01	0,00	0,44
1.2.1.3													
1.2.1.3.1	0,53	0,66	0,46	0,53	0,52	0,49	0,53	0,59	0,48	0,56	0,01	0,00	0,56
1.2.1.3.2	0,46	0,47	0,39	0,43	0,43	0,41	0,45	0,45	0,40	0,44	0,01	0,00	0,44
1.2.1.3.3	0,21	0,24	0,18	0,23	0,21	0,21	0,22	0,23	0,20	0,22	0,00	0,00	0,22
1.2.1.3.4	0,73	0,91	0,72	0,77	0,71	0,67	0,75	0,81	0,70	0,78	0,01	0,00	0,78
1.2.1.4													
1.2.1.4.1	0,23	0,24	0,20	0,22	0,21	0,20	0,23	0,23	0,20	0,22	0,00	0,00	0,22
1.2.1.4.2	0,20	0,24	0,19	0,23	0,22	0,20	0,22	0,23	0,20	0,22	0,00	0,00	0,22
1.2.1.4.3	0,11	0,13	0,10	0,11	0,10	0,10	0,11	0,12	0,10	0,11	0,00	0,00	0,11
1.2.1.4.4	0,39	0,48	0,34	0,46	0,44	0,42	0,43	0,46	0,38	0,44	0,01	0,00	0,44
1.2.2													
1.2.2.1													
1.2.2.1.1	1,10	1,12	0,92	0,95	0,92	0,86	1,03	1,02	0,89	1,00	0,02	0,00	1,00
1.2.2.1.2	0,91	1,18	0,82	0,99	0,93	0,85	0,95	1,06	0,84	1,00	0,02	0,00	1,00
1.2.2.1.3	2,12	2,30	1,74	1,87	1,82	1,77	2,00	2,06	1,76	2,00	0,04	0,00	2,00

EDT	EXPERTO 1			EXPERTO 2			PROMEDIO			DIST. BETA	DESV EST	RESERVA (10%)	B' (BETA + RESERVA)
	PESIMISTA	MÁS PROBABLE	OPTIMISTA	PESIMISTA	MÁS PROBABLE	OPTIMISTA	PESIMISTA	MÁS PROBABLE	OPTIMISTA				
1.2													0,00
1.2.2													
1.2.2.2													
1.2.2.2.1	0,37	0,47	0,34	0,48	0,44	0,43	0,43	0,46	0,39	0,44	0,01	0,00	0,44
1.2.2.2.2	0,52	0,66	0,51	0,56	0,51	0,47	0,54	0,59	0,49	0,56	0,01	0,00	0,56
1.2.2.2.3	1,03	1,11	0,92	0,95	0,94	0,89	0,99	1,03	0,91	1,00	0,01	0,00	1,00
1.2.2.3													
1.2.2.3.1	0,49	0,66	0,47	0,56	0,52	0,48	0,53	0,59	0,48	0,56	0,01	0,00	0,56
1.2.2.3.2	0,47	0,46	0,40	0,46	0,43	0,39	0,47	0,45	0,40	0,44	0,01	0,00	0,44
1.2.2.3.3	3,09	3,41	2,65	2,90	2,76	2,68	3,00	3,09	2,67	3,00	0,06	0,00	3,00
1.2.2.4													
1.2.2.4.1	0,56	0,59	0,49	0,58	0,55	0,54	0,57	0,57	0,52	0,56	0,01	0,00	0,56
1.2.2.4.2	0,90	1,09	0,86	1,02	0,99	0,89	0,96	1,04	0,88	1,00	0,01	0,00	1,00
1.2.2.4.3	0,95	1,07	0,97	1,06	0,97	0,88	1,01	1,02	0,93	1,00	0,01	0,00	1,00
1.2.2.4.4	0,94	1,10	0,81	1,05	0,96	0,94	1,00	1,03	0,88	1,00	0,02	0,00	1,00
1.2.2.4.5	0,44	0,45	0,40	0,46	0,44	0,41	0,45	0,45	0,41	0,44	0,01	0,00	0,44
1.2.2.5													
1.2.2.5.1	0,45	0,51	0,41	0,42	0,40	0,38	0,44	0,46	0,40	0,44	0,01	0,00	0,44
1.2.2.5.2	2,57	3,05	2,56	2,67	2,43	2,31	2,62	2,74	2,44	2,67	0,03	0,00	2,67
1.2.2.5.2	1,71	2,03	1,59	1,98	1,87	1,80	1,85	1,95	1,70	1,89	0,03	0,00	1,89

EDT	EXPERTO 1			EXPERTO 2			PROMEDIO			DIST. BETA	DESV EST	RESERVA (10%)	B' (BETA + RESERVA)
	PESIMISTA	MÁS PROBABLE	OPTIMISTA	PESIMISTA	MÁS PROBABLE	OPTIMISTA	PESIMISTA	MÁS PROBABLE	OPTIMISTA				
1.2													0,00
1.2.3													
1.2.3.1													
1.2.3.1.1	1,04	1,07	0,89	0,98	0,97	0,92	1,01	1,02	0,91	1,00	0,02	0,00	1,00
1.2.3.1.2	0,96	1,10	0,68	1,02	0,99	0,96	0,99	1,05	0,82	1,00	0,03	0,00	1,00
1.2.3.2													
1.2.3.1.1	0,97	1,15	0,87	1,00	0,92	0,87	0,99	1,04	0,87	1,00	0,02	0,00	1,00
1.2.3.1.2	2,27	2,26	1,86	1,89	1,80	1,73	2,08	2,03	1,80	2,00	0,05	0,00	2,00
1.2.3.1.3	1,12	1,11	0,97	0,98	0,91	0,87	1,05	1,01	0,92	1,00	0,02	0,00	1,00
1.2.3.2													
1.2.3.2.1	1,03	1,14	0,87	0,97	0,92	0,89	1,00	1,03	0,88	1,00	0,02	0,00	1,00
1.2.3.2.2	1,12	1,06	1,04	0,98	0,94	0,86	1,05	1,00	0,95	1,00	0,02	0,00	1,00
1.2.3.2.3	0,42	0,57	0,41	0,52	0,48	0,45	0,47	0,53	0,43	0,50	0,01	0,00	0,50
1.2.3.2.4	0,58	0,55	0,48	0,46	0,46	0,44	0,52	0,51	0,46	0,50	0,01	0,00	0,50
1.2.3.2.5	1,02	1,10	0,83	1,04	0,96	0,88	1,03	1,03	0,86	1,00	0,03	0,00	1,00
1.2.3.3													
1.2.3.3.1	1,04	1,17	0,88	0,95	0,90	0,84	1,00	1,04	0,86	1,00	0,02	0,00	1,00
1.2.3.3.2	0,97	1,10	0,91	1,01	0,96	0,88	0,99	1,03	0,90	1,00	0,02	0,00	1,00
1.2.3.3.2	0,92	1,07	0,84	1,08	0,98	0,96	1,00	1,03	0,90	1,00	0,02	0,00	1,00

EDT	EXPERTO 1			EXPERTO 2			PROMEDIO			DIST. BETA	DESV EST	RESERVA (10%)	B' (BETA + RESERVA)
	PESIMISTA	MÁS PROBABLE	OPTIMISTA	PESIMISTA	MÁS PROBABLE	OPTIMISTA	PESIMISTA	MÁS PROBABLE	OPTIMISTA				
1.2													0,00
1.2.4													
1.2.4.1													
1.2.4.1.1	0,75	0,82	0,69	0,73	0,67	0,65	0,74	0,75	0,67	0,73	0,01	0,00	0,73
1.2.4.1.2	0,21	0,24	0,20	0,23	0,21	0,20	0,22	0,23	0,20	0,22	0,00	0,00	0,22
1.2.4.1.3	0,49	0,66	0,51	0,56	0,51	0,46	0,53	0,59	0,49	0,56	0,01	0,00	0,56
1.3													0,00
1.3.1													
1.3.1.1													
1.3.1.1.1	5,57	5,48	5,17	4,74	4,60	4,19	5,16	5,04	4,68	5,00	0,08	0,00	5,00
1.3.1.1.2	3,15	3,39	2,96	2,82	2,76	2,48	2,99	3,08	2,72	3,00	0,04	0,00	3,00
1.3.1.1.3	0,97	1,16	0,92	1,00	0,91	0,83	0,99	1,04	0,88	1,00	0,02	0,00	1,00
1.3.1.2													
1.3.1.2.1	1,09	1,16	0,88	0,91	0,90	0,89	1,00	1,03	0,89	1,00	0,02	0,00	1,00
1.3.1.2.2	0,99	1,08	0,93	1,04	0,95	0,94	1,02	1,02	0,94	1,00	0,01	0,00	1,00
1.3.1.2.3	1,05	1,13	0,89	0,98	0,92	0,87	1,02	1,03	0,88	1,00	0,02	0,00	1,00
1.3.1.3													
1.3.1.3.1	0,97	1,20	0,80	0,94	0,90	0,89	0,96	1,05	0,85	1,00	0,02	0,00	1,00
1.3.1.3.2	1,98	2,29	1,92	1,98	1,82	1,69	1,98	2,06	1,81	2,00	0,03	0,00	2,00
1.3.1.3.3	1,14	1,12	0,94	0,95	0,91	0,85	1,05	1,02	0,90	1,00	0,03	0,00	1,00

EDT	EXPERTO 1			EXPERTO 2			PROMEDIO			DIST. BETA	DESV EST	RESERVA (10%)	B' (BETA + RESERVA)
	PESIMISTA	MÁS PROBABLE	OPTIMISTA	PESIMISTA	MÁS PROBABLE	OPTIMISTA	PESIMISTA	MÁS PROBABLE	OPTIMISTA				
1.3													0,00
1.3.1													
1.3.1.4													
1.3.1.4.1	0,81	1,12	0,71	1,07	0,99	0,98	0,94	1,06	0,85	1,00	0,02	0,00	1,00
1.3.1.4.2	0,93	1,09	0,88	1,06	0,97	0,91	1,00	1,03	0,90	1,00	0,02	0,00	1,00
1.3.1.4.3	0,99	1,04	0,91	1,05	0,99	0,93	1,02	1,02	0,92	1,00	0,02	0,00	1,00
1.3.1.5													
1.3.1.5.1	0,95	1,13	0,94	0,99	0,92	0,90	0,97	1,03	0,92	1,00	0,01	0,00	1,00
1.3.1.5.2	1,09	1,12	0,96	0,97	0,91	0,85	1,03	1,02	0,91	1,00	0,02	0,00	1,00
1.3.1.5.3	15,84	17,14	13,56	14,20	13,65	13,24	15,02	15,40	13,40	15,00	0,27	0,10	15,10
1.3.1.5.4	2,19	2,08	1,94	1,98	1,94	1,82	2,09	2,01	1,88	2,00	0,03	0,00	2,00
1.3.2													
1.3.2.1													
1.3.2.1.1	0,79	1,15	0,85	1,06	0,96	0,87	0,93	1,06	0,86	1,00	0,01	0,00	1,00
1.3.2.1.2	1,80	2,20	1,54	2,08	1,96	1,94	1,94	2,08	1,74	2,00	0,03	0,00	2,00
1.3.2.1.3	1,02	1,11	1,01	0,97	0,92	0,88	1,00	1,02	0,95	1,00	0,01	0,00	1,00
1.3.2.2													
1.3.2.2.1	1,04	1,14	0,91	0,95	0,91	0,89	1,00	1,03	0,90	1,00	0,02	0,00	1,00
1.3.2.2.2	8,58	9,65	7,70	9,18	8,91	8,29	8,88	9,28	8,00	9,00	0,15	0,10	9,10
1.3.2.2.3	0,95	1,08	0,87	1,00	0,99	0,89	0,98	1,04	0,88	1,00	0,02	0,00	1,00

EXPERTO 1				EXPERTO 2			PROMEDIO				DIST. BETA	DESV EST	RESE RVA (10%)	B' (BETA + RESERVA)
EDT	PESIMISTA	MÁS PROBABLE	OPTIMISTA	PESIMISTA	MÁS PROBABLE	OPTIMISTA	PESIMISTA	MÁS PROBABLE	OPTIMISTA					
1.3														0,00
1.3.2														
1.3.2.3														
1.3.2.3.1	0,94	1,09	0,76	1,00	0,99	0,98	0,97	1,04	0,87	1,00	0,02	0,00	1,00	
1.3.2.3.2	2,47	2,83	2,23	2,44	2,33	2,23	2,46	2,58	2,23	2,50	0,04	0,00	2,50	
1.3.2.3.3	1,44	1,72	1,38	1,49	1,38	1,28	1,47	1,55	1,33	1,50	0,02	0,00	1,50	
1.3.2.4														
1.3.2.4.1	1,00	1,11	0,90	1,00	0,94	0,92	1,00	1,03	0,91	1,00	0,02	0,00	1,00	
1.3.2.4.2	7,13	7,46	6,98	7,06	6,72	6,12	7,10	7,09	6,55	7,00	0,09	0,00	7,00	
1.3.2.4.3	1,00	1,14	0,87	1,01	0,92	0,86	1,01	1,03	0,87	1,00	0,02	0,00	1,00	
1.3.2.5														
1.3.2.5.1	2,86	3,45	2,56	2,93	2,79	2,68	2,90	3,12	2,62	3,00	0,05	0,00	3,00	
1.3.2.5.2	3,15	3,23	2,71	2,94	2,88	2,76	3,05	3,06	2,74	3,00	0,05	0,00	3,00	
1.3.2.5.3	2,04	2,31	1,95	1,85	1,80	1,73	1,95	2,06	1,84	2,00	0,02	0,00	2,00	
1.3.3														
1.3.3.1														
1.3.3.1.1	2,12	2,24	1,88	2,01	1,84	1,67	2,07	2,04	1,78	2,00	0,05	0,00	2,00	
1.3.3.1.2	5,72	6,74	4,84	6,04	5,70	5,64	5,88	6,22	5,24	6,00	0,11	0,00	6,00	

EDT	EXPERTO 1			EXPERTO 2			PROMEDIO			DIST. BETA	DESV EST	RESERVA (10%)	B' (BETA + RESERVA)
	PESIMISTA	MÁS PROBABLE	OPTIMISTA	PESIMISTA	MÁS PROBABLE	OPTIMISTA	PESIMISTA	MÁS PROBABLE	OPTIMISTA				
1.3													0,00
1.3.3													
1.3.3.2													
1.3.3.2.1	10,24	10,86	9,31	10,36	9,50	8,65	10,30	10,18	8,98	10,00	0,22	0,10	10,10
1.3.3.2.2	15,55	16,65	12,69	14,81	14,10	13,96	15,18	15,38	13,33	15,00	0,31	0,10	15,10
1.3.3.3													
1.3.3.3.1	1,09	1,15	0,97	0,91	0,90	0,84	1,00	1,03	0,91	1,00	0,02	0,00	1,00
1.3.3.3.2	0,97	1,11	0,85	1,02	0,95	0,93	1,00	1,03	0,89	1,00	0,02	0,00	1,00
1.3.4													
1.3.4.1													
1.3.4.1.1	0,83	0,91	0,76	0,87	0,81	0,75	0,85	0,86	0,76	0,84	0,02	0,00	0,84
1.3.1.2.2	0,40	0,49	0,39	0,46	0,42	0,41	0,43	0,46	0,40	0,44	0,01	0,00	0,44
1.3.1.2.3	0,59	0,63	0,52	0,53	0,52	0,47	0,56	0,58	0,50	0,56	0,01	0,00	0,56
1.3.4.2													
1.3.4.2.1	0,82	0,94	0,72	0,83	0,80	0,75	0,83	0,87	0,74	0,84	0,02	0,00	0,84
1.3.4.2.2	0,52	0,64	0,56	0,59	0,56	0,51	0,56	0,60	0,54	0,58	0,00	0,00	0,58
1.3.4.2.3	0,56	0,65	0,52	0,59	0,54	0,52	0,58	0,60	0,52	0,58	0,01	0,00	0,58

EDT	EXPERTO 1			EXPERTO 2			PROMEDIO			DIST. BETA	DESV EST	RESERVA (10%)	B' (BETA + RESERVA)
	PESIMISTA	MÁS PROBABLE	OPTIMISTA	PESIMISTA	MÁS PROBABLE	OPTIMISTA	PESIMISTA	MÁS PROBABLE	OPTIMISTA				
1.4													0,00
1.4.1													
1.4.1.1													
1.4.1.1.1	1,12	1,11	1,00	0,94	0,91	0,86	1,03	1,01	0,93	1,00	0,02	0,00	1,00
1.4.1.1.2	0,93	1,10	0,83	1,07	0,97	0,88	1,00	1,04	0,86	1,00	0,02	0,00	1,00
1.4.1.2													
1.4.1.2.1	0,98	1,07	0,98	1,06	0,96	0,87	1,02	1,02	0,93	1,00	0,02	0,00	1,00
1.4.1.2.2	0,47	0,50	0,45	0,41	0,40	0,36	0,44	0,45	0,41	0,44	0,01	0,00	0,44
1.4.1.3													
1.4.1.3.1	0,56	0,61	0,48	0,57	0,54	0,51	0,57	0,58	0,50	0,56	0,01	0,00	0,56
1.4.1.3.2	0,89	1,07	0,85	1,07	0,99	0,94	0,98	1,03	0,90	1,00	0,01	0,00	1,00
1.4.1.3.3	1,94	2,15	1,81	2,00	1,96	1,82	1,97	2,06	1,82	2,00	0,03	0,00	2,00
1.4.1.3.4	0,83	1,11	0,85	1,06	0,98	0,89	0,95	1,05	0,87	1,00	0,01	0,00	1,00
1.4.1.4													
1.4.1.4.1	0,97	1,17	0,89	0,96	0,91	0,85	0,97	1,04	0,87	1,00	0,02	0,00	1,00
1.4.1.4.2	1,04	1,09	0,95	1,02	0,94	0,87	1,03	1,02	0,91	1,00	0,02	0,00	1,00
1.4.1.4.3	0,46	0,50	0,43	0,42	0,40	0,38	0,44	0,45	0,41	0,44	0,01	0,00	0,44
1.4.1.4.4	1,70	1,68	1,42	1,57	1,48	1,39	1,64	1,58	1,41	1,56	0,04	0,00	1,56

EDT	EXPERTO 1			EXPERTO 2			PROMEDIO			DIST. BETA	DESV EST	RESERVA (10%)	B' (BETA + RESERVA)
	PESIMISTA	MÁS PROBABLE	OPTIMISTA	PESIMISTA	MÁS PROBABLE	OPTIMISTA	PESIMISTA	MÁS PROBABLE	OPTIMISTA				
1.5													0,00
1.5.1													
1.5.1.1													
1.5.1.1.1	0,57	0,64	0,55	0,52	0,51	0,48	0,55	0,58	0,52	0,56	0,00	0,00	0,56
1.5.1.1.2	2,34	2,67	2,12	2,53	2,34	2,25	2,44	2,51	2,19	2,44	0,04	0,00	2,44
1.5.1.2													
1.5.1.2.1	1,64	2,29	1,69	2,07	1,92	1,77	1,86	2,11	1,73	2,00	0,02	0,00	2,00
1.5.1.2.2	4,97	5,53	4,48	5,13	4,75	4,32	5,05	5,14	4,40	5,00	0,11	0,10	5,10
1.5.1.3													
1.5.1.3.1	1,23	1,36	1,04	1,24	1,15	1,10	1,24	1,26	1,07	1,22	0,03	0,00	1,22
1.5.1.3.2	2,55	3,12	2,32	2,91	2,64	2,54	2,73	2,88	2,43	2,78	0,05	0,00	2,78
1.5.1.4													
1.5.1.4.1	1,06	1,08	0,98	0,98	0,95	0,87	1,02	1,02	0,93	1,00	0,02	0,00	1,00
1.6													0,00
1.6.1													
1.6.1.1													
1.6.1.1.1	2,89	3,45	2,63	3,01	2,76	2,62	2,95	3,11	2,63	3,00	0,05	0,00	3,00
1.6.1.2													
1.6.1.2.1	0,99	1,15	0,84	0,95	0,93	0,92	0,97	1,04	0,88	1,00	0,02	0,00	1,00

EDT	EXPERTO 1			EXPERTO 2			PROMEDIO			DIST. BETA	DESV EST	RESERVA (10%)	B' (BETA + RESERVA)
	PESIMISTA	MÁS PROBABLE	OPTIMISTA	PESIMISTA	MÁS PROBABLE	OPTIMISTA	PESIMISTA	MÁS PROBABLE	OPTIMISTA				
1.6													0,00
1.6.2													
1.6.2.1													
1.6.2.1.1	0,50	0,57	0,43	0,49	0,47	0,43	0,50	0,52	0,43	0,50	0,01	0,00	0,50
1.6.2.2													
1.6.2.2.1	0,52	0,55	0,41	0,51	0,47	0,47	0,52	0,51	0,44	0,50	0,01	0,00	0,50
1.6.2.2.2	0,60	0,55	0,47	0,48	0,46	0,43	0,54	0,51	0,45	0,50	0,02	0,00	0,50
1.6.2.2.3	1,00	1,15	0,94	0,94	0,92	0,84	0,97	1,04	0,89	1,00	0,01	0,00	1,00
1.6.2.2.4	0,99	1,13	0,93	0,99	0,92	0,89	0,99	1,03	0,91	1,00	0,01	0,00	1,00
1.6.2.3													
1.6.2.3.1	0,47	0,55	0,46	0,51	0,48	0,44	0,49	0,52	0,45	0,50	0,01	0,00	0,50
1.6.2.3.2	0,86	1,17	0,84	1,02	0,93	0,86	0,94	1,05	0,85	1,00	0,02	0,00	1,00
1.6.2.3.3	0,73	0,83	0,61	0,77	0,72	0,71	0,75	0,78	0,66	0,75	0,02	0,00	0,75
1.6.2.3.4	0,91	1,12	0,89	1,01	0,96	0,88	0,96	1,04	0,89	1,00	0,01	0,00	1,00
1.6.2.3.5	1,06	1,12	0,88	0,96	0,93	0,92	1,01	1,03	0,90	1,00	0,02	0,00	1,00
1.6.2.3.6	0,98	1,09	0,89	1,01	0,97	0,89	1,00	1,03	0,89	1,00	0,02	0,00	1,00
1.6.2.4													
1.6.2.4.1	0,51	0,57	0,51	0,49	0,45	0,41	0,50	0,51	0,46	0,50	0,01	0,00	0,50
1.6.2.4.2	1,10	1,11	0,87	0,95	0,94	0,88	1,03	1,03	0,88	1,00	0,03	0,00	1,00
1.6.2.4.3	1,02	1,09	0,88	1,03	0,95	0,90	1,03	1,02	0,89	1,00	0,02	0,00	1,00

EDT	EXPERTO 1			EXPERTO 2			PROMEDIO			DIST. BETA	DESV EST	RESERVA (10%)	B' (BETA + RESERVA)
	PESIMISTA	MÁS PROBABLE	OPTIMISTA	PESIMISTA	MÁS PROBABLE	OPTIMISTA	PESIMISTA	MÁS PROBABLE	OPTIMISTA				
1.6													0,00
1.6.2													
1.6.2.5													
1.6.2.5.1	0,51	0,60	0,42	0,46	0,45	0,43	0,49	0,53	0,43	0,50	0,01	0,00	0,50
1.6.2.5.2	1,38	1,63	1,20	1,50	1,49	1,44	1,44	1,56	1,32	1,50	0,02	0,00	1,50
1.6.2.5.3	1,43	1,62	1,29	1,53	1,46	1,44	1,48	1,54	1,37	1,50	0,02	0,00	1,50
1.6.2.5.4	0,93	1,16	0,86	0,96	0,94	0,86	0,95	1,05	0,86	1,00	0,01	0,00	1,00
1.6.2.5.5	0,45	0,59	0,46	0,50	0,45	0,44	0,48	0,52	0,45	0,50	0,00	0,00	0,50
1.6.2.6													
1.6.2.6.1	2,32	2,77	2,23	2,61	2,38	2,23	2,47	2,58	2,23	2,50	0,04	0,00	2,50
1.6.2.7													
1.6.2.7.1	1,04	1,07	0,99	1,05	0,95	0,86	1,05	1,01	0,93	1,00	0,02	0,00	1,00
1.6.2.7.2	0,51	0,54	0,46	0,48	0,48	0,47	0,50	0,51	0,47	0,50	0,01	0,00	0,50
1.6.2.8													
1.6.2.8.1	0,49	0,56	0,41	0,49	0,48	0,44	0,49	0,52	0,43	0,50	0,01	0,00	0,50
1.6.2.8.2	0,37	0,37	0,37	0,36	0,33	0,30	0,37	0,35	0,34	0,35	0,01	0,00	0,35
1.6.2.8.3	0,36	0,43	0,34	0,42	0,39	0,39	0,39	0,41	0,37	0,40	0,00	0,00	0,40
1.6.2.8.4	0,70	0,80	0,74	0,76	0,74	0,66	0,73	0,77	0,70	0,75	0,01	0,00	0,75

EDT	EXPERTO 1			EXPERTO 2			PROMEDIO			DIST. BETA	DESV EST	RESERVA (10%)	B' (BETA + RESERVA)
	PESIMISTA	MÁS PROBABLE	OPTIMISTA	PESIMISTA	MÁS PROBABLE	OPTIMISTA	PESIMISTA	MÁS PROBABLE	OPTIMISTA				
1.6													0,00
1.6.2													
1.6.2.9													
1.6.2.9.1	1,02	1,15	0,92	0,97	0,91	0,85	1,00	1,03	0,89	1,00	0,02	0,00	1,00
1.6.2.9.2	0,84	1,13	0,91	1,04	0,95	0,88	0,94	1,04	0,90	1,00	0,01	0,00	1,00
1.6.2.9.3	0,49	0,56	0,43	0,50	0,47	0,45	0,50	0,52	0,44	0,50	0,01	0,00	0,50
1.6.2.9.4	0,94	1,13	0,78	1,02	0,95	0,94	0,98	1,04	0,86	1,00	0,02	0,00	1,00
1.6.2.9.5	1,03	1,03	0,95	1,00	0,99	0,93	1,02	1,01	0,94	1,00	0,01	0,00	1,00
1.6.2.9.6	0,47	0,53	0,41	0,52	0,50	0,46	0,50	0,52	0,44	0,50	0,01	0,00	0,50
1.6.2.9.7	0,53	0,56	0,49	0,48	0,46	0,42	0,51	0,51	0,46	0,50	0,01	0,00	0,50
1.6.2.10													
1.6.2.10.1	0,88	0,95	0,78	0,76	0,75	0,73	0,82	0,85	0,76	0,83	0,01	0,00	0,83
1.6.2.10.2	0,34	0,31	0,27	0,26	0,25	0,25	0,30	0,28	0,26	0,28	0,01	0,00	0,28
1.6.3													
1.6.3.1													
1.6.3.1.1	64,91	72,65	53,90	58,54	57,96	56,22	61,73	65,31	55,06	63,00	1,11	0,00	63,00
1.6.3.2													
1.6.3.2.1	7,71	7,81	6,12	6,71	6,51	6,18	7,21	7,16	6,15	7,00	0,18	0,00	7,00
1.6.3.2.2	20,50	22,92	19,72	18,75	18,20	16,56	19,63	20,56	18,14	20,00	0,25	0,00	20,00
1.6.3.2.3	47,07	49,58	41,43	44,78	41,85	41,01	45,93	45,72	41,22	45,00	0,78	0,00	45,00

EDT	EXPERTO 1			EXPERTO 2			PROMEDIO			DIST. BETA	DESV EST	RESERVA (10%)	B' (BETA + RESERVA)
	PESIMISTA	MÁS PROBABLE	OPTIMISTA	PESIMISTA	MÁS PROBABLE	OPTIMISTA	PESIMISTA	MÁS PROBABLE	OPTIMISTA				
1.6													0,00
1.6.3													
1.6.3.3													
1.6.3.3.1	76,64	86,30	75,20	72,23	67,50	60,75	74,44	76,90	67,98	75,00	1,08	0,00	75,00
1.6.3.4													
1.6.3.4.1	71,78	85,34	67,68	76,73	69,75	63,47	74,26	77,55	65,58	75,00	1,45	0,00	75,00
1.6.3.5													
1.6.3.5.1	70,68	81,61	62,73	80,03	72,75	69,11	75,36	77,18	65,92	75,00	1,57	0,00	75,00
1.6.4													
1.6.4.1													
1.6.4.1.1	114,19	129,35	90,77	122,47	114,46	113,32	118,33	121,91	102,05	118,00	2,71	0,00	118,00
1.6.4.1.2	135,41	130,41	112,99	111,82	108,56	99,88	123,62	119,49	106,44	118,00	2,86	0,00	118,00
1.6.4.2													
1.6.4.2.1	98,22	128,17	105,35	127,33	116,82	105,14	112,78	122,50	105,25	118,00	1,26	0,00	118,00
1.6.4.3													
1.6.4.3.1	127,36	125,44	106,44	123,31	112,10	108,74	125,34	118,77	107,59	118,00	2,96	0,00	118,00
1.6.4.4													
1.6.4.4.1	115,82	137,55	113,85	114,70	106,20	96,64	115,26	121,88	105,25	118,00	1,67	0,00	118,00
1.6.4.5													
1.6.4.5.1	101,02	129,07	95,43	128,50	116,82	107,47	114,76	122,95	101,45	118,00	2,22	0,00	118,00

EXPERTO 1				EXPERTO 2			PROMEDIO				DIST. BETA	DESV EST	RESERVA (10%)	B' (BETA + RESERVA)
EDT	PESIMISTA	MÁS PROBABLE	OPTIMISTA	PESIMISTA	MÁS PROBABLE	OPTIMISTA	PESIMISTA	MÁS PROBABLE	OPTIMISTA					
1.6														0,00
1.6.4														
1.6.4.6														
1.6.4.6.1	120,16	131,04	108,86	115,23	109,74	108,64	117,70	120,39	108,75	118,00	1,49	0,00	118,00	
1.6.4.7														
1.6.4.7.1	112,14	129,70	105,38	122,34	113,28	104,22	117,24	121,49	104,80	118,00	2,07	0,00	118,00	
1.6.4.8														
1.6.4.8.1	93,89	130,84	89,64	128,50	116,82	113,32	111,20	123,83	101,48	118,00	1,62	0,00	118,00	
1.6.5														
1.6.5.1														
1.6.5.1.1	12,64	14,33	10,78	13,23	12,48	12,11	12,94	13,41	11,45	13,00	0,25	0,00	13,00	

Anexo T. *Cost management plan.*

COST MANAGEMENT PLAN

Project Title: Sistema de esterilización de instrumentos quirúrgicos	
Project Sponsor: Director General de la clínica	Date Prepared: 2018-06-24
Project Manager: Gerente de Proyecto	Project Customer: Clínica

<i>Level of Accuracy</i>	<i>Units of Measure</i>	<i>Variance Thresholds</i>
El nivel de exactitud usado para la estimación del costo de los recursos del proyecto es de más o menos 10%.	La unidad de medida usada para estimar el costo de los recursos de las actividades será el peso colombiano COP.	Para variaciones del presupuesto planeado menores a un 2% se tomarán acciones preventivas; para variaciones mayores se tomarán acciones correctivas.

Rules for Performance Measurement:

Las mediciones de desembolsos y avance se realizarán a tercer nivel de la EDT, usando la gestión del valor ganado (EVM por sus siglas en inglés).

Cost Reporting and Format:

La actualización de la línea base de costos será responsabilidad del gerente de proyecto, se hará con una frecuencia semanal y se reportará vía correo electrónico al sponsor. Mensualmente se presentará un informe del análisis del valor ganado con los datos obtenidos del avance del proyecto.

Process Management:

<i>Estimating costs</i>	El costo de los recursos será estimado mediante el método de tres puntos.
<i>Developing the budget</i>	Las reservas de contingencia se utilizarán en caso de que se materialicen tanto los riesgos identificados en el proyecto como los no identificados, previa aprobación del gerente de proyecto. En caso de que en los planes de acción para mitigar los riesgos materializados se sobrepase la reserva de contingencia, se podrá usar la reserva de gestión con la respectiva aprobación del gerente de proyecto y el sponsor.
<i>Updating, monitoring and controlling</i>	Semanalmente el gerente de proyecto actualizará la línea base de costo de acuerdo con el avance conseguido. El control del presupuesto se hará mediante la herramienta Microsoft Project y técnicas tales como el análisis del valor ganado.

Anexo U. Memoria de cálculo de la estimación de costos de inversión.

Recurso	Experto 1			Experto 2			Promedio			Distribución beta			Precio
	PES	PROB	OPT	PES	PROB	OPT	PES	PROB	OPT	BETA	D. EST	RES	BETA'
Impresora	\$ 0,62	\$ 0,60	\$ 0,56	\$ 0,67	\$ 0,65	\$ 0,64	\$ 0,65	\$ 0,62	\$ 0,60	\$ 0,62	\$ 0,01	\$ -	\$ 0,62
Multímetro	\$ 0,26	\$ 0,24	\$ 0,22	\$ 0,27	\$ 0,26	\$ 0,24	\$ 0,26	\$ 0,25	\$ 0,23	\$ 0,25	\$ 0,01	\$ -	\$ 0,25
Osciloscopio	\$ 1,47	\$ 1,40	\$ 1,33	\$ 1,57	\$ 1,51	\$ 1,48	\$ 1,52	\$ 1,46	\$ 1,41	\$ 1,46	\$ 0,02	\$ 0,15	\$ 1,60
fuentes de	\$ 0,37	\$ 0,35	\$ 0,32	\$ 0,39	\$ 0,38	\$ 0,36	\$ 0,38	\$ 0,36	\$ 0,34	\$ 0,36	\$ 0,01	\$ -	\$ 0,36
estación de soldadura	\$ 0,68	\$ 0,65	\$ 0,64	\$ 0,77	\$ 0,70	\$ 0,66	\$ 0,72	\$ 0,68	\$ 0,65	\$ 0,68	\$ 0,01	\$ 0,07	\$ 0,75
Raspberry pi más accesorios	\$ 0,29	\$ 0,28	\$ 0,26	\$ 0,31	\$ 0,30	\$ 0,28	\$ 0,30	\$ 0,29	\$ 0,27	\$ 0,29	\$ 0,01	\$ -	\$ 0,29
Microcontrolador	\$ 0,06	\$ 0,06	\$ 0,06	\$ 0,07	\$ 0,06	\$ 0,06	\$ 0,07	\$ 0,06	\$ 0,06	\$ 0,06	\$ 0,00	\$ -	\$ 0,06
Programador microcontrolador	\$ 0,20	\$ 0,18	\$ 0,17	\$ 0,21	\$ 0,19	\$ 0,18	\$ 0,20	\$ 0,19	\$ 0,18	\$ 0,19	\$ 0,00	\$ -	\$ 0,19
Paquete componentes electrónicos	\$ 0,42	\$ 0,40	\$ 0,36	\$ 0,47	\$ 0,43	\$ 0,41	\$ 0,45	\$ 0,42	\$ 0,39	\$ 0,42	\$ 0,01	\$ -	\$ 0,42
Protoboard	\$ 0,10	\$ 0,09	\$ 0,09	\$ 0,10	\$ 0,10	\$ 0,09	\$ 0,10	\$ 0,09	\$ 0,09	\$ 0,09	\$ 0,00	\$ -	\$ 0,09
Cable Ang 14"x10m	\$ 0,01	\$ 0,01	\$ 0,01	\$ 0,01	\$ 0,01	\$ 0,01	\$ 0,01	\$ 0,01	\$ 0,01	\$ 0,01	\$ 0,00	\$ -	\$ 0,01
Cable uta Cat5ex10m	\$ 0,01	\$ 0,01	\$ 0,01	\$ 0,01	\$ 0,01	\$ 0,01	\$ 0,01	\$ 0,01	\$ 0,01	\$ 0,01	\$ 0,00	\$ -	\$ 0,01
Software diseño electrónico	\$ 1,49	\$ 1,46	\$ 1,45	\$ 1,74	\$ 1,58	\$ 1,56	\$ 1,61	\$ 1,52	\$ 1,50	\$ 1,53	\$ 0,02	\$ 0,15	\$ 1,69
Software programación microcontroladores	\$ 0,32	\$ 0,30	\$ 0,28	\$ 0,35	\$ 0,32	\$ 0,30	\$ 0,34	\$ 0,31	\$ 0,29	\$ 0,31	\$ 0,01	\$ -	\$ 0,31
Plataforma desarrollo software	\$ 0,46	\$ 0,42	\$ 0,39	\$ 0,47	\$ 0,45	\$ 0,45	\$ 0,47	\$ 0,44	\$ 0,42	\$ 0,44	\$ 0,01	\$ -	\$ 0,44
Licencia motor DB postgres	\$ 0,68	\$ 0,67	\$ 0,64	\$ 0,74	\$ 0,72	\$ 0,72	\$ 0,71	\$ 0,70	\$ 0,68	\$ 0,70	\$ 0,01	\$ -	\$ 0,70
Licencia Ubuntu	\$ 0,23	\$ 0,23	\$ 0,22	\$ 0,26	\$ 0,24	\$ 0,23	\$ 0,24	\$ 0,23	\$ 0,22	\$ 0,23	\$ 0,00	\$ -	\$ 0,23
Paquete herramienta de mano	\$ 0,62	\$ 0,60	\$ 0,58	\$ 0,69	\$ 0,65	\$ 0,62	\$ 0,66	\$ 0,62	\$ 0,60	\$ 0,63	\$ 0,01	\$ -	\$ 0,63
Desoldador	\$ 0,06	\$ 0,06	\$ 0,06	\$ 0,07	\$ 0,06	\$ 0,06	\$ 0,06	\$ 0,06	\$ 0,06	\$ 0,06	\$ 0,00	\$ -	\$ 0,06
Taladro	\$ 0,36	\$ 0,35	\$ 0,34	\$ 0,40	\$ 0,38	\$ 0,36	\$ 0,38	\$ 0,36	\$ 0,35	\$ 0,36	\$ 0,00	\$ -	\$ 0,36
Cautín	\$ 0,26	\$ 0,25	\$ 0,24	\$ 0,28	\$ 0,27	\$ 0,27	\$ 0,27	\$ 0,26	\$ 0,25	\$ 0,26	\$ 0,00	\$ -	\$ 0,26
Insumo para soldadura	\$ 0,27	\$ 0,25	\$ 0,23	\$ 0,27	\$ 0,27	\$ 0,25	\$ 0,27	\$ 0,26	\$ 0,24	\$ 0,26	\$ 0,00	\$ -	\$ 0,26
Insumos eléctricos	\$ 0,28	\$ 0,25	\$ 0,24	\$ 0,29	\$ 0,27	\$ 0,26	\$ 0,28	\$ 0,26	\$ 0,25	\$ 0,26	\$ 0,01	\$ -	\$ 0,26
Insumos mecánicos	\$ 0,17	\$ 0,15	\$ 0,15	\$ 0,17	\$ 0,16	\$ 0,16	\$ 0,17	\$ 0,16	\$ 0,15	\$ 0,16	\$ 0,00	\$ -	\$ 0,16
Insumos oficina	\$ 0,65	\$ 0,60	\$ 0,56	\$ 0,67	\$ 0,65	\$ 0,63	\$ 0,66	\$ 0,62	\$ 0,59	\$ 0,63	\$ 0,01	\$ 0,06	\$ 0,69
Software diseño mecánico	\$ 0,09	\$ 0,09	\$ 0,08	\$ 0,10	\$ 0,10	\$ 0,09	\$ 0,10	\$ 0,09	\$ 0,09	\$ 0,09	\$ 0,00	\$ -	\$ 0,09

Recurso	Experto 1			Experto 2			Promedio			Distribución beta			Precio
	PES	PROB	OPT	PES	PROB	OPT	PES	PROB	OPT	BETA	D. EST	RES	BETA'
Licencia Project	\$ 1,14	\$ 1,08	\$ 0,98	\$ 1,27	\$ 1,17	\$ 1,07	\$ 1,21	\$ 1,12	\$ 1,03	\$ 1,12	\$ 0,03	\$ 0,11	\$ 1,23

Anexo V. *Quality management plan.****QUALITY MANAGEMENT PLAN***

<i>Project Title:</i> Sistema de esterilización de instrumentos quirúrgicos	
<i>Project Sponsor:</i> Director General de la clínica	<i>Date Prepared:</i> 2018-06-24
<i>Project Manager:</i> Gerente de Proyecto	<i>Project Customer:</i> Clínica

Quality Roles and Responsibilities

<i>Role</i>	<i>Responsibilities</i>
Gerente del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> - Analizar los resultados de las pruebas de simulación y hacer seguimiento a la ejecución de ajustes. - Hacer cambios a los documentos del proyecto.
Ingenieros	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar los ajustes respecto a diseños de hardware, software, mecánicos y eléctricos. - Diligenciar el formato establecido para reportar los ajustes realizados para subsanar los hallazgos de la ejecución de las pruebas de simulación. - Ejecutar pruebas de simulación verificando la eficacia de los diseños de hardware, software, mecánicos y eléctricos. - Realizar pruebas de la puesta en marcha del sistema de esterilización a fin de verificar el correcto funcionamiento de este. - Dar cumplimiento a lo establecido en el protocolo de pruebas para el desarrollo de estas. - Diligenciar el formato establecido para reportar los hallazgos de la ejecución de las pruebas de simulación.
Personal administrativo de la clínica	<ul style="list-style-type: none"> - Asistir a las capacitaciones sobre el manejo del sistema de esterilización y participar activamente. - Cumplir con lo establecido en los procedimientos para la operación del sistema de esterilización de instrumentos quirúrgicos.

QUALITY MANAGEMENT PLAN

Quality Planning Approach

La elaboración del plan de calidad tiene como propósito establecer los controles necesarios para garantizar el adecuado desarrollo de la línea base del proyecto y la calidad del producto objeto del desarrollo del proyecto, de este modo a continuación se presenta la política de calidad bajo la cual se ejecutará el proyecto:

Política de calidad del proyecto

La entidad busca contribuir a la prestación de un servicio de salud seguro mediante el desarrollo de un proyecto que permita poner a disposición del personal médico de la clínica un sistema que garantice la esterilización de instrumentos quirúrgicos con altos estándares de calidad; en este sentido, la política de calidad del proyecto consiste en Diseñar e implementar un sistema de esterilización de elementos quirúrgicos con altos estándares de calidad, el cual tenga una plataforma hardware que cumpla con las normas internacionales IPC , una plataforma software que cumpla con el estándar ISO 9126 y una estructura mecánica y eléctrica que cumpla con los estándares ISO 13485 , UL 61010-2-041 y el código ASME .

Objetivos de calidad

- Garantizar que los diseños de hardware, software, mecánicos y eléctricos cumplan con las especificaciones técnicas requeridas para la conformación del sistema.
- Disminuir las posibles fallas que puedan presentarse durante la implementación del sistema.
- Confirmar el cumplimiento de los requerimientos definidos en el alcance del proyecto.
- Mitigar el impacto que puedan tener en términos de tiempo y costo fallas asociadas al funcionamiento del sistema.
- Capacitar al personal administrativo de la clínica a fin de dar a conocer el funcionamiento del sistema, lo que les permitirá adelantar la operación de este mismo.

Observaciones

El plan de calidad contempla el desarrollo de actividades de seguimiento a la línea base del proyecto que permiten controlar tiempo y costo mediante el establecimiento y posterior seguimiento de métricas asociadas a estos factores; así mismo se realizará validación del alcance mediante la verificación de los requisitos técnicos de los diseños y análisis de la puesta en marcha del sistema mediante el desarrollo de pruebas.

Finalmente y dada la importancia de garantizar que el sistema sea operado por personal que conozca las funcionalidades de este se han establecido métricas para el control de la capacitación del personal al interior de la clínica y procedimientos para la operación del sistema de cara a la entrega del mismo.

QUALITY MANAGEMENT PLAN

Quality Assurance Approach

El proyecto debe cumplir con la política de calidad establecida para el mismo, la cual se basa en las políticas adoptadas por la clínica como son: calidad, responsabilidad social, ambiental y gestión del riesgo y en especial a la de seguridad del paciente y gestión de la tecnología; así, para gestionar el plan de gestión de calidad se han definido las siguientes actividades, cuyo desarrollo se documenta a través de listas de chequeo, protocolos y procedimientos:

- **Pruebas de simulación:** verificación del cumplimiento de los requisitos y funcionalidades respecto al diseño e implementación del sistema, para la cual se emplea lista de chequeo presentada en el Anexo KK de este documento.
- **Pruebas de puesta en marcha del sistema:** En aras de realizar auditoria al funcionamiento del sistema, se estableció un protocolo de pruebas de esterilización (ver Anexo LL), lo que permitirá validar la adecuada esterilización de los instrumentos quirúrgicos de modo que se realizaran las pruebas que sean necesarias hasta determinar la funcionalidad del sistema al 100%. Los resultados de la aplicación de dicho protocolo se consignarán en informes en los que se deben describir detalladamente los resultados.
- **Capacitación:** Exponer la funcionalidad del sistema de esterilización de instrumentos quirúrgicos al personal administrativo y médico de la clínica de modo que adquieran los conocimientos necesarios para la operación del sistema y conozcan los beneficios que su uso representa para la comunidad hospitalaria; en el Anexo MM se presenta el formato de listados de asistencia a capacitación.
- **Procedimientos asociados al sistema:** Describir de forma detallada la metodología para llevar a cabo las actividades de determinado proceso, así para el caso del proyecto se establecieron procedimientos para la operación del sistema y el diagnóstico de fallos.
- **Reuniones:** Permiten dar a conocer a los miembros del equipo del proyecto los resultados de las diferentes pruebas y hacer seguimiento a los ajustes derivados de los hallazgos. En la reunión semanal de seguimiento del proyecto uno de los temas objeto de seguimiento es el plan de gestión de calidad.

Quality Control Approach

Con relación al control del plan de gestión de calidad, se han establecido métricas que permiten hacer seguimiento a los distintos aspectos que este contempla; una vez obtenidos, los resultados de las métricas serán analizados en reuniones de seguimiento semanal, donde se definirán las medidas preventivas y correctivas según sea el caso; posteriormente estas serán divulgadas a todo el equipo de proyecto mediante socialización por el Gerente del Proyecto.

Quality Improvement Approach

El plan de gestión de calidad aplicará lo dispuesto en la teoría del ciclo PHVA a fin de establecer y emprender las acciones preventivas y correctivas necesarias de modo que el proyecto se desarrolle con un enfoque de permanente mejora continua.

*Anexo W. Improvement management plan.****PROCESS IMPROVEMENT PLAN***

<i>Project Title:</i> Sistema de esterilización de instrumentos quirúrgicos	
<i>Project Sponsor:</i> Director General de la clínica	<i>Date Prepared:</i> 2018-06-24
<i>Project Manager:</i> Gerente de Proyecto	<i>Project Customer:</i> Clínica

Process Description

A continuación se describen los procesos a mejorar:

Controlar el Alcance: Controlar el Alcance es el proceso en el cual se monitorea el estado del alcance del proyecto y del producto, y se gestionan cambios a la línea base del alcance. El beneficio clave de este proceso es que permite mantener la línea base del alcance a lo largo del proyecto (Project Management Institute®, 2013).

Controlar el Cronograma: Controlar el Cronograma es el proceso de monitorear el estado de las actividades del proyecto para actualizar el avance de este y gestionar los cambios de la línea base del cronograma a fin de cumplir el plan. El beneficio clave de este proceso es que proporciona los medios para detectar desviaciones con respecto al plan y establecer acciones correctivas y preventivas para minimizar el riesgo (Project Management Institute®, 2013).

Controlar los Costos: Controlar los Costos es el proceso de monitorear el estado del proyecto para actualizar sus costos y gestionar cambios de la línea base de costo. El beneficio clave de este proceso es que proporciona los medios para detectar desviaciones con respecto al plan con objeto de tomar acciones correctivas y minimizar el riesgo (Project Management Institute®, 2013).

Process Boundaries

<i>Process Starting Point</i>	<i>Process Ending Point</i>
Los procesos de control de alcance, cronograma y costos comienzan desde la fase de inicio del proyecto.	Los procesos de control de alcance, cronograma y costos finalizan con el cierre del proyecto.

PROCESS IMPROVEMENT PLAN

<i>Inputs</i>	<i>Outputs</i>
<p>Controlar el Alcance: Las entradas a este proceso son: plan para la dirección del proyecto, documentación de requisitos, matriz de trazabilidad de requisitos, datos de desempeño del trabajo y activos de los procesos de la organización (Project Management Institute®, 2013).</p> <p>Controlar el cronograma: Las entradas a este proceso son: Plan para la dirección del proyecto, cronograma del proyecto, datos de desempeño del trabajo, calendarios del proyecto, datos del cronograma, activos de los procesos de la organización (Project Management Institute®, 2013).</p> <p>Controlar los Costos: Las entradas a este proceso son: Plan para la dirección del proyecto, requisitos de financiamiento del proyecto, datos de desempeño del trabajo y activos de los procesos de la organización (Project Management Institute®, 2013).</p>	<p>Controlar el Alcance: Las salidas a este proceso son: Información de desempeño del trabajo, solicitudes de cambio, actualizaciones al plan para la dirección del proyecto, actualizaciones a los documentos del proyecto, actualizaciones a los activos de los procesos de la organización (Project Management Institute®, 2013).</p> <p>Controlar el cronograma: Las salidas a este proceso son: Información de desempeño del trabajo, pronóstico del cronograma, solicitudes de cambio, actualizaciones al plan para la dirección del proyecto, actualizaciones a los documentos del proyecto y actualizaciones a los activos de los procesos de la organización (Project Management Institute®, 2013).</p> <p>Controlar los Costos: Las salidas a este proceso son: Información de desempeño del trabajo, pronósticos de costos, solicitudes de cambio, actualizaciones al plan para la dirección del proyecto, actualizaciones a los documentos del proyecto y actualizaciones a los activos de los procesos de la organización (Project Management Institute®, 2013).</p>

Stakeholders

Process Owner: El responsable de los procesos de control de alcance, cronograma y costo es el gerente de proyecto.

Other Stakeholders: Los involucrados en los procesos a mejorar son el sponsor del proyecto, el líder de diseño de hardware, el líder de diseño de Software.

PROCESS IMPROVEMENT PLAN

Process Metrics	
Metric	Control Limit
1. Controlar el Alcance: Para este proceso se va a medir la variación de la línea base de alcance, en las fases de implementación, pruebas y afinamiento.	Se permitirán las variaciones descritas en el ítem criterios de aceptación del formato documentación de requisitos.
2. Controlar el cronograma: Para este proceso se va a medir mensualmente el porcentaje de variación en el cronograma (%SV) y el índice de desempeño de cronograma (%SPI).	%SV: El valor permitido fluctuará entre -10% y 10%. %SPI: El valor permitido fluctuará entre un 90% y 110%.
3. Controlar el costo: Para este proceso se va a medir mensualmente el porcentaje de variación en el costo CV y el índice de desempeño de costo CPI.	%CV: El valor permitido fluctuará entre -5% y 5%. %CPI: El valor permitido fluctuará entre un 95% y 105%.

Targets for Improvement

<p>1. Controlar el Alcance: Respecto al control del alcance, se medirá la variación de la línea base de alcance en la fase de diseño; esta medición se realizará contrastando los resultados obtenidos en las simulaciones de la fase de diseño con la línea base de alcance.</p> <p>2. Controlar el cronograma: Respecto al control del cronograma, se medirán cada semana el %SV y el %SPI; adicionalmente, se construirá un indicador de avance proyectado, el cual será el cociente del tiempo estimado de duración del proyecto EAC(t) y el tiempo planeado. Estos indicadores tendrán seguimiento semanal por parte del gerente de proyecto.</p> <p>3. Controlar el costo: Respecto al control del costo, se medirán cada semana el (%CV) y el %CPI; adicionalmente, se construirá un indicador de costo proyectado, el cual será el cociente del costo estimado de duración del proyecto EAC y el valor planeado. Estos indicadores tendrán seguimiento semanal por parte del gerente de proyecto.</p>
--

Process Improvement Approach

<p>Para llevar a cabo la mejora de los procesos de control de alcance, cronograma y costo, se utilizará la herramienta de programación de proyecto <i>Microsoft Project</i>.</p>
--

Anexo X. *Human resource management plan.***HUMAN RESOURCE MANAGEMENT PLAN**

Project Title: Sistema de esterilización de instrumentos quirúrgicos	
Project Sponsor: Director General de la clínica	Date Prepared: 2018-06-24
Project Manager: Gerente de Proyecto	Project Customer: Clínica

Roles, Responsibilities, and Authority

Role	Responsibility	Authority
1. Gerente de Proyecto	1. Diseñar y ejecutar el plan para la dirección del proyecto y actualizarlo durante todo el ciclo de vida del proyecto.	1. Toma de decisiones sobre temas de personal, presupuestales, compras y adquisiciones y movimiento de personal.
2. Líder de desarrollo de hardware.	2. Diseñar esquemáticos, planos y prototipos de la plataforma hardware, implementarla e integrarla.	2. Aprobar los diseños de hardware y mecánicos presentados por el equipo de trabajo de forma conjunta con el líder de desarrollo de software.
3. Líder de desarrollo de Software.	3. Diseño, implementación y puesta en servicio de la arquitectura de la plataforma software del sistema de esterilización.	3. Seleccionar el motor de base de datos y el sistema operativo que serán instalados en el micro-servidor, así como la plataforma de desarrollo de software.

Project Organizational Structure

La estructura organizacional del proyecto se muestra en la Gráfica 7 y está compuesta por el Gerente de Proyecto y dos (2) ingenieros, uno (1) mecatrónico y uno (1) electrónico.

HUMAN RESOURCE MANAGEMENT PLAN

Staffing Management Plan

<i>Staff Acquisition</i>	<i>Staff Release</i>
<p>La adquisición del personal para el desarrollo del proyecto se realizará de forma externa teniendo en cuenta que se requiere personal especializado cuyos perfiles no se encuentran en el personal vinculado a la clínica y el que esta no se encuentra disponible para participar en el proyecto.</p> <p>La contratación del personal se realizará mediante contrato de trabajo escrito, bajo la modalidad de obra o labor contratada debido a que son personal que solo se requiere para la ejecución del proyecto el cual tiene unos tiempos previamente definidos.</p> <p>Respecto a los costos asociados a temas de reclutamiento y salarios de personal, estos serán cargados en su totalidad a los costos del proyecto.</p>	<p>La liberación del personal se realizará al término el proyecto y se realizará notificación de preaviso de forma escrita de modo que se notifique al personal con 30 días de anterioridad a la terminación del contrato.</p>

Resource Calendars

En la Gráfica 8 se muestran los histogramas del equipo de proyecto por medio de cuales es posible identificar la asignación de tiempo de cada uno de los recursos para el desarrollo del proyecto.

Training Requirements

Dado la corta duración del proyecto y que los miembros del equipo cuentan con las competencias necesarias para el desarrollo del mismo, la capacitación del personal solo contempla la jornada de inducción a la cual asistirán todos los miembros del equipo de proyecto; esta se llevará a cabo el día que inicia el proyecto y tendrá por objetivo contextualizar al personal sobre el alcance del proyecto, su rol frente al desarrollo del mismo, la importancia del trabajo en equipo y la comunicación para el desarrollo exitoso del proyecto.

HUMAN RESOURCE MANAGEMENT PLAN

Rewards and Recognition

Dado que la planeación del proyecto se realizó garantizando un bajo presupuesto y tiene una corta duración, no se estableció un plan de recompensa.

Regulations, Standards, and Policy Compliance

Se cumplirá con las obligaciones de ley en lo referente al derecho de los trabajadores en cumplimiento de la legislación laboral, así:

- Código Sustantivo de Trabajo, reglamentado por el Decreto 1072 de 2015 Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo.
- Contrato individual de trabajo: Se notificará la terminación mediante preaviso con 30 días de anterioridad a la terminación del contrato.
- Jornada laboral: No se excederá la jornada laboral máxima establecida en 48 horas semanales, con un máximo dos (2) horas extras diarias en caso de llegar a requerirse.
- Pago de salarios: se pagará el salario de forma mensual los días 30 de cada mes o el día hábil inmediatamente anterior en caso de que este sea festivo.
- Reconocimiento de vacaciones: Teniendo en cuenta la corta duración del proyecto no se otorgarán vacaciones en tiempo, no obstante serán reconocidas en el momento de la liquidación.
- Pago de prestaciones sociales: serán pagados en la liquidación del trabajador todas las prestaciones sociales a que hay lugar.
- Aportes al Sistema de Seguridad Social Integral: Se pagará de forma mensual y en las fechas establecidas la seguridad social de los trabajadores.

Safety

Se ha establecido un plan de HSSE en el cual contempla acciones encaminadas a garantizar la seguridad de los miembros del equipo de proyecto pen el desarrollo de este.

Anexo Y. *Roles and responsibilities* gerente de proyecto.

ROLES AND RESPONSIBILITIES

Project Title	Plan para el diseño y puesta en marcha de un SEIQ.	Date Prepared:	15 de mayo de 2018
----------------------	--	-----------------------	--------------------

Resource Role Description

Gerente de Proyecto: Profesional en ingeniería electrónica o de sistemas con especialización en gerencia de proyectos y certificado PMP. Encargado de gestionar los recursos del proyecto, planificar las actividades, integrar los diferentes líderes del equipo de trabajo, comunicar oportunamente información a los interesados, en orden de cumplir los objetivos del proyecto y ejecutarlo dentro del alcance, tiempo, costo y calidad definidos.

Authority

- Aprobar el plan para la dirección del proyecto y actualizarlo durante todo su ciclo de vida.
- Toma de decisiones sobre temas de personal, presupuestales, compras y adquisiciones.
- Reevaluar los riesgos definidos inicialmente en el plan de gestión del riesgo.

Responsibility

- Diseñar, ejecutar y actualizar el plan para la dirección del proyecto
- Ejecutar el proyecto dentro del alcance, tiempo, costo y calidad definidos inicialmente.
- Gestionar recursos económicos del proyecto para la adquisición de equipos, materiales y herramientas.
- Realizar durante todo el ciclo de vida del proyecto el monitoreo y control de este.
- Integrar los grupos de diseño de hardware, software e ingeniería mecánica para que trabajen de forma síncrona y con objetivos comunes.
- Actualizar durante el ciclo de vida del proyecto el cronograma de actividades.

Qualifications

Profesional en ingeniería electrónica o sistemas, con especialización en gerencia de proyectos y certificado PMP. Experiencia de 3 años en dirección de proyectos de implementación de software, hardware y tecnología biomédica. Esta experiencia será medible a partir de la expedición de la tarjeta profesional.

Requirements

- Acta de grado o diploma de universidad y la tarjeta profesional para validar los títulos de pregrado y postgrado y certificación PMP vigente.
- Referencias laborales que soporten los años de experiencia solicitados para el proyecto; estas deben ser emitidas directamente de la empresa contratante.
- Experiencia mayor o igual a 3 años en dirección de proyectos de implementación de software, hardware y tecnología biomédica; la experiencia se medirá a partir de la expedición de la tarjeta profesional.

Roles and responsibilities Ingeniero Electrónico.

ROLES AND RESPONSIBILITIES

Project Title	Plan para el diseño y puesta en marcha de un SEIQ.	Date Prepared:	15 de mayo de 2018
----------------------	--	-----------------------	--------------------

Resource Role Description

Líder de diseño de Software: Profesional en ingeniería electrónica encargado de liderar el diseño, implementación, pruebas y puesta en funcionamiento de la plataforma software del proyecto, así como de la construcción, programación, prueba y depuración de los algoritmos computacionales necesarios para que el sistema funcione correctamente (Generación y depuración de código). De igual manera, es el encargado de liderar todo el proceso de diseño e implementación del sistema eléctrico así como la integración de las diferentes partes del sistema, especialmente con la plataforma hardware.

Authority

- Seleccionar el motor de base de datos y el sistema operativo que serán instalados en el micro-servidor, así como la plataforma de desarrollo de software que desea utilizar y el lenguaje de programación siempre y cuando pertenezcan a la categoría de software libre.
- Aprobar los diseños de software presentados por el equipo de trabajo, así como los diseños del sistema eléctrico de forma conjunta con el líder de desarrollo de hardware, siempre y cuando no se modifique el alcance, tiempo, costo o calidad del proyecto.
- Seleccionar los proveedores de hardware, software y componentes eléctricos necesarios para el diseño, implementación y pruebas de la plataforma de software y el sistema eléctrico.
- NOTA: Las decisiones tomadas no deben sobrepasar de ninguna manera el monto presupuestal asignado y en caso de hacerlo, se deberá solicitar aprobación del gerente de proyecto.

Responsibility

- Diseño, implementación y puesta en servicio de la arquitectura de la plataforma software del sistema de esterilización, incluye entorno gráfico, páginas web, bases de datos, producción-prueba y depuración de código fuente
- Compra de licencias de software de diseño, bases de datos, sistemas operativos y demás licenciamientos requeridos para el desarrollo del proyecto.
- Diseño, implementación, puesta en servicio del sistema eléctrico y electromecánico.

ROLES AND RESPONSIBILITIES

Qualifications

El profesional debe ser ingeniero electrónico graduado, con dos años de experiencia a partir de la expedición de la tarjeta profesional en desarrollo, implementación y pruebas de aplicaciones software sobre sistemas operativos Linux, Windows, mediante lenguajes de programación tales como Java, C++, CSHARP, VISUAL.NET y PHP entre otros. Igualmente se requiere experiencia en desarrollo de bases de datos sobre MySQL, POSTGRE SQL, SQL SERVER, diseño de hardware y sistemas embebidos con microprocesadores.

Requirements

- Acta de grado o diploma de universidad junto y tarjeta profesional para validar los títulos de pregrado y postgrado.
- Referencias laborales que soporten los años de experiencia solicitados para el proyecto; estas deben ser emitidas directamente de la empresa contratante.
- Experiencia mayor o igual a dos años en desarrollo, implementación y pruebas de aplicaciones software sobre sistemas operativos Linux, Windows, mediante lenguajes de programación tales como Java, C++, CSHARP, VISUAL.NET y PHP entre otros. Igualmente se requiere experiencia en desarrollo de bases de datos sobre MySQL, POSTGRE SQL, SQL SERVER.
- Experiencia mayor o igual a dos años en diseño e implementación de sistemas embebidos en microprocesadores de marcas MICROCHIP, ATMEL, FREESCALE entre otros.
- Debe contar con una de las siguientes certificaciones: Certificación de desarrollador en alguno de los lenguajes de programación mencionados anteriormente, certificación en sistemas operativos Linux (cualquier distribución) o certificación como desarrollador de bases de datos.

Roles and responsibilities Ingeniero Mecatrónico.

ROLES AND RESPONSIBILITIES

<i>Project Title:</i>	Plan para el diseño y puesta en marcha de un sistema de esterilización de instrumentos quirúrgicos.	<i>Date Prepared:</i>	15 de mayo de 2018
------------------------------	---	------------------------------	--------------------

Resource Role Description

Líder de diseño de hardware: Profesional en ingeniería mecatrónica encargado de liderar el diseño, implementación y pruebas de la plataforma hardware y estructura mecánica del equipo; igualmente, debe liderar el proceso de integración de las diferentes partes del sistema, especialmente con la plataforma de software.

Authority

- Aprobar los diseños de hardware y mecánicos presentados por el equipo de trabajo así como los cambios en los mismos de forma conjunta con el líder de desarrollo de software, siempre y cuando no se modifique el alcance, tiempo, costo o calidad del proyecto.

Authority

- Definir el tipo de tecnología a emplear en los diferentes diseños que componen la plataforma hardware y estructura mecánica.
 - Seleccionar el software de diseño a emplear para la plataforma hardware y la estructura mecánica, así como seleccionar los proveedores para la fabricación de los circuitos impresos y la estructura mecánica.

NOTA: Las decisiones tomadas no deben sobrepasar de ninguna manera el monto presupuestal asignado y en caso de hacerlo, se deberá solicitar aprobación del gerente de proyecto.

Responsibility

- Diseñar esquemáticos, planos y prototipos de la plataforma hardware y el sistema mecánico.
 - Implementar e integrar la plataforma hardware y el sistema mecánico y liderar las pruebas de funcionamiento de estos.
 - Diseñar la metodología de pruebas para la plataforma hardware y sistema mecánico, incluyendo formatos y listas de chequeo.
 - Comprar los servicios de fabricación de circuitos impresos, estructura mecánica, así como de los materiales necesarios para su implementación.

ROLES AND RESPONSIBILITIES

Qualifications

Profesional ingeniero mecatrónico graduado, con dos años de experiencia a partir de la expedición de la tarjeta profesional en las siguientes labores:

- Diseño e implementación de hardware, programación de microprocesadores, diseño de circuitos impresos y manejo de simuladores de circuitos eléctricos, electrónicos y mecánicos.
- Diseño e implementación y puesta en marcha de estructuras mecánicas, circuitos eléctricos y de control de potencia.

Requirements

- Acta de grado o diploma de universidad y tarjeta profesional para validar títulos de pregrado y postgrado.
- Certificaciones laborales que soporten la experiencia solicitada para el proyecto; estas deben ser emitidas directamente de la empresa contratante.
- Experiencia mayor o igual a dos años en diseño de hardware, programación de microprocesadores, diseño de circuitos impresos y manejo de software simuladores de circuitos eléctricos y electrónicos.

Requirements

- Experiencia mayor o igual a tres años en diseño de estructuras mecánicas y manejo de software de diseño mecánico.
- Curso de programación de microprocesadores y conocimiento en diseño de circuitos impresos y protocolos de comunicación (RS232, RS485, USB, BLUETOOTH).
- Curso de diseño mecánico tales como AUTOCAD, RHINO o similares.

Anexo Z. Formato de registro de polémicas.

FORMATO REGISTRO DE POLÉMICAS

Project Title: Sistema de esterilización de instrumentos quirúrgicos	
Project Sponsor: Director General de la clínica	Date Prepared: 2018-06-24
Project Manager: Gerente de Proyecto	Project Customer: Clínica

Nº	Descripción / Impacto	Involucrados	Enfoque de solución	Acciones de solución	Responsable	Prioridad	Fecha reporte	Fecha solución	Resultado obtenido.

Figura 25. Formato registro de polémicas.

Fuente: Construcción del autor.

Anexo AA. Matriz de comunicaciones del proyecto.

Información	Contenido	Formato	Nivel de Detalle	Responsable de Comunicar	Grupo Receptor	Metodología o Tecnología	Frecuencia de Comunicación
Iniciación del Proyecto	Información sobre el comienzo del proyecto	<i>Project Charter</i>	Medio	Gerente de Proyecto	<i>Sponsor</i> , Equipo de proyecto	Documento digital (PDF) vía correo electrónico	Una sola vez
Iniciación del Proyecto	Información preliminar sobre el alcance del proyecto	<i>Project Scope Statement</i>	Alto	Gerente de Proyecto	<i>Sponsor</i> , Equipo de proyecto	Documento digital (PDF) vía correo electrónico	Una sola vez
Planificación del proyecto	Planificación detallada del proyecto (alcance, tiempo, costo, problemas, riesgos)	Plan del Proyecto	Muy Alto	Gerente de Proyecto	<i>Sponsor</i> , Equipo de proyecto	Documento digital (PDF) vía correo electrónico	Una sola vez
Seguimiento semanal actividades del proyecto	Estado actual del proyecto, incidentes, porcentaje de avance, listado pendientes con fecha/responsable	Acta de Reunión Semanal	Alto	Gerente de Proyecto	Equipo de proyecto	Documento digital (PDF) vía correo electrónico	Semanal
Seguimiento mensual actividades del proyecto	Estado actual del proyecto, incidentes, porcentaje de avance, revisión cronograma, revisión flujo de caja, proyección del cronograma, lecciones aprendidas	Acta de Reunión mensual	Alto	Gerente de Proyecto	<i>Sponsor</i> , Equipo de proyecto	Documento digital (PDF) vía correo electrónico	Mensual
Avance general del proyecto	Estado actual del proyecto, incidentes, porcentaje de avance, revisión cronograma, revisión flujo de caja, proyección triple restricción (Alcance, tiempo, costo), lecciones aprendidas	Informe mensual estado proyecto	Alto	Gerente de Proyecto	<i>Sponsor</i> , Equipo de proyecto	Documento digital (PDF) vía correo electrónico	Mensual
Informe final del proyecto	Estado final del proyecto, objetivos, producto esperado, incidentes, revisión cronograma proyectado versus esperado, análisis de la triple restricción, problemas, soluciones, lecciones aprendidas y conclusiones.	Informe final del proyecto	Alto	Gerente de Proyecto	<i>Sponsor</i> , Equipo de proyecto	Documento digital (PDF) radicado en físico y vía correo electrónico	Una sola vez
Acta de Cierre	Objetivos cumplidos, producto entregado, análisis de resultados, conclusiones y recomendaciones.	Acta de cierre del proyecto	Alto	Gerente de Proyecto	<i>Sponsor</i> , Equipo de proyecto	Documento digital (PDF) radicado en físico y vía correo electrónico	Una sola vez

Figura 26. Matriz de comunicaciones.

Fuente: Construcción del autor

Anexo BB. *Risk management plan.****RISK MANAGEMENT PLAN***

Project Title: Sistema de esterilización de instrumentos quirúrgicos	
Project Sponsor: Director General de la clínica	Date Prepared: 2018-06-24
Project Manager: Gerente de Proyecto	Project Customer: Clínica

Methodology

Una vez planteado el proyecto para el diseño y puesta en marcha del sistema de esterilización, se procede a identificar cada uno de los riesgos asociados al desarrollo de este, de modo que se establece tanto la probabilidad como el impacto de la ocurrencia del mismo, esto en aras de priorizarlos y así establecer los planes que permitan su mitigación y el cálculo de las reservas de contingencia asociadas a su gestión.

Roles and Responsibilities

Gerente de proyecto: Es el encargado de hacer seguimiento a los riesgos y en caso de que llegasen a materializarse es quien informa a los interesados, así mismo es quien hace seguimiento a los planes de contingencia puestos en marcha en caso de materialización de riesgos. Adelanta las gestiones necesarias para afectar reserva de gestión del proyecto.

Ingenieros de desarrollo de software, hardware, mecánico y eléctrico: Poner en marcha el plan de contingencia en caso de materialización del riesgo, así como informar al Gerente de Proyecto sobre materialización de riesgos y activación de planes de contingencia.

Risk Categories

Los riesgos identificados se clasifican en las siguientes categorías:

- Riesgos externos: aquellos asociados a agentes tales como clientes, mercado, proveedor, economía, entre otros.
- Riesgos internos: asociados a la clínica donde se desarrollará el proyecto.
- Riesgos técnicos: relacionados con requisitos, desempeño, calidad y tecnología del proyecto, así como aquellos que hacen referencia a factores como temperatura, presión, humedad, entre otros del sistema.
- Riesgos de gerencia de proyecto: aquellos que se presentan por efecto del desarrollo mismo del proyecto.

RISK MANAGEMENT PLAN

Risk Management Funding

Teniendo en cuenta la ponderación de los riesgos se calcula que la reserva de contingencia para la administración de estos es de \$7,053 millones COP como se puede ver en la **Tabla 5**.

Contingency Protocols

Una vez se materialice un riesgo el responsable de este da inicio a la ejecución del plan de contingencia e informa al gerente de proyecto.

El gerente proyecto avala el uso de la reserva de contingencia y programa reuniones periódicas con el responsable del riesgo con el fin de hacer seguimiento a la ejecución del respectivo plan.

El gerente de proyecto junto con el responsable del riesgo y el equipo de trabajo involucrado, identifican los riesgos residuales y secundarios para establecer planes de acción y actualizar los documentos del proyecto.

Frequency and Timing

Se llevará a cabo una reunión mensual para hacer seguimiento a los planes de contingencia activados, identificar riesgos residuales, secundarios y nuevos riesgos; en las reuniones semanales de seguimiento al proyecto se destinará un tiempo para abordar temas alusivos a la gestión de los riesgos.

Stakeholder Risk Tolerances

El *sponsor* no tolerará

- Un aumento del cronograma hasta el 25% del tiempo de ejecución estimado.
- Un aumento en el costo estimado del proyecto superior al 5%.

El *sponsor* y la gerencia del proyecto no tolerarán:

- Defectos de calidad asociados al proceso de esterilización realizado por la autoclave.
- Que el sistema no tenga la capacidad de conexión a internet y no pueda ser gestionado de forma remota.
- Que el sistema no esté en capacidad de generar los reportes requeridos para hacer seguimiento al proceso de esterilización, así como de generar graficas de desempeño y comportamiento del equipo.

RISK MANAGEMENT PLAN

Stakeholder Risk Tolerances

La gerencia de proyecto no tolerará una integración inferior al 100% de la plataforma de hardware y la plataforma de software del sistema.

Tracking and Audit

En las reuniones de seguimiento al proyecto se realizará monitoreo a los riesgos con mayor calificación asociados a la fase de ejecución actual del mismo.

Se programarán reuniones mensuales para hacer seguimiento a los riesgos identificados en el desarrollo del proyecto, dando prioridad a los riesgos con mayor calificación.

Cuando se presenten cambios que impacten el proyecto en alguno de los componentes de la triple restricción, se deberá realizar una reunión para identificar los riesgos derivados.

Definitions of Probability

<i>Very high</i>	Se tiene estimado que su ocurrencia este por encima del 80%
<i>High</i>	Se tiene estimado que su ocurrencia este entre un 60% y 79%
<i>Medium</i>	Se tiene estimado que su ocurrencia este entre el 50% y 59%
<i>Low</i>	Se tiene estimado que su ocurrencia este entre 21% y % 49%
<i>Very low</i>	Se tiene estimado que su ocurrencia sea inferior al 20%

Definitions of Impact by Objective

	<i>Scope</i>	<i>Quality</i>	<i>Time</i>	<i>Cost</i>
<i>Very high (5)</i>	No aplica	Cualquier tipo de falla que presente el equipo respecto al proceso de esterilización.	Retrasos en el proyecto que impliquen un retraso mayor a 30 días.	Incremento superior al 5% del presupuesto estimado.
<i>High</i>	No aplica	El sistema de esterilización no permita generar los reportes requeridos.	Retrasos en el proyecto que impliquen un retraso mayor a 20 días.	Incremento menor al 5% del presupuesto estimado.

RISK MANAGEMENT PLAN

	<i>Scope</i>	<i>Quality</i>	<i>Time</i>	<i>Cost</i>
<i>Medium</i>	No aplica	No aplica	Retrasos en el proyecto que impliquen un retraso mayor a 15 días.	Incremento entre el 3% y 4% del presupuesto estimado.
<i>Low</i>	No aplica	No aplica	Retrasos en el proyecto que impliquen un retraso mayor a 10 días.	Incremento entre el 2% y 3% del presupuesto estimado.
<i>Very low</i>	No aplica	No aplica	Retrasos en el proyecto que impliquen un retraso mayor a 5 días.	Incremento menor al 2% del presupuesto estimado.

Probability and Impact Matrix

La matriz de probabilidad e impacto puede apreciarse en la Figura 12.

Anexo CC. Matriz de riesgos, análisis y contingencia parte 1.

ID	Descripción del Riesgo	Justificación Probabilidad	Probabilidad	Impacto	Importancia	Categoría	Estrategia de Respuesta	Detalle de Estrategia.	Plan de Contingencia
R1	Una variación no proyectada del dólar mayor al 2%, genere un aumento no esperado en los precios de los componentes que conforman la plataforma software y hardware, que impacte los costos del proyecto.	Se hace la proyección de la variación del dólar con base a las estadísticas de los últimos 3 años. Se cuentan 760 eventos de variación del dólar (excluyendo sábados, domingos y festivos), se cuentan cuantos eventos tuvieron una variación mayor al 2%. Al final en 18 ocasiones se detectan alzas por encima del 2% lo cual da una probabilidad del 2,55%. Fuente Banco de la Republica.	10,00%	8	0,8	Externos	Mitigar	Hacer proyección del costo de los componentes con el mayor valor de acuerdo con estadísticas de variación del dólar.	Afectar la reserva de contingencia para asumir el alza inesperada del dólar.
R2	Demoras en temas administrativos del proyecto, no permiten importar los componentes de software y hardware en los tiempos establecidos, generando retrasos en el desarrollo del proyecto.	Según un estudio del banco de la república de Colombia "http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/borradores_de_economia_1015.pdf", el 93% de las importaciones en colombiano se hacen por vía marítima. Dado lo anterior y dado que según este estudio las empresas que realizan una importación a año demoran alrededor de 36 días en el proceso de importación, podemos asignar una probabilidad del 93% a que ocurran retrasos en el proceso de importación de materiales.	60,00%	10	6	Interno	Transferir	Contratar a un tercero que se encargue de la importación de los componentes de software y hardware.	Tener un proveedor alternativo seleccionado.

Figura 27. Matriz de riesgos, análisis y contingencia; continua en página siguiente.

Fuente: Construcción del autor

Matriz de riesgos, análisis y contingencia segunda parte.

ID	Descripción del Riesgo	Justificación Probabilidad	Probabilidad	Impacto	Importancia	Categoría	Estrategia de Respuesta	Detalle de Estrategia.	Plan de Contingencia
R3	Falta de personal con experiencia en desarrollo de software dificulte el proceso de selección y contratación del personal lo que conlleva retrasos en el cronograma.	Según un estudio del ministerio de educación publicado en semana "http://www.semana.com/tecnologia/articulo/y-donde-están los ingenieros/402945-3", de 66.000 profesionales graduados en ingeniería al año, solo 5.700 se dedican al desarrollo de software. Tomando este dato, se estima que hay una probabilidad del 91,36% de no encontrar un ingeniero de desarrollo de software en Colombia.	60,00%	10	6	Externos	Transferir	Contratar un proveedor de personal que suministre la mano de obra calificada.	Contratar una empresa especializada en desarrollo de software.
R4	Dado la escases de compañías colombianas expertas en implementar estructuras cilíndricas de alta presión y temperatura, no se encuentra una compañía colombiana encargada de la implementación de la estructura mecánica de la autoclave, generando retrasos en el cronograma del proyecto.	En Colombia existen aproximadamente 600 empresas del sector metalmecánica; sin embargo, no hay una clasificación que permita identificar si estas poseen las condiciones técnicas requeridas para realizar una buena implementación de la estructura mecánica. Dado lo anterior, definimos una probabilidad del 40% a este riesgo.	50,00%	10	5	Externos	Mitigar	Realizar un análisis del mercado colombiano para determinar posibles proveedores y tomar decisión sobre si se contrata un proveedor nacional o extranjero.	

Figura 26. Matriz de riesgos, análisis y contingencia; continua en página siguiente.

Fuente: Construcción del autor

Matriz de riesgos, análisis y contingencia tercera parte.

ID	Descripción del Riesgo	Justificación Probabilidad	Probabilidad	Impacto	Importancia	Categoría	Estrategia de Respuesta	Detalle de Estrategia.	Plan de Contingencia
R5	Dado la escases de compañías colombianas expertas en implementar estructuras cilíndricas de alta presión y temperatura, no se encuentra una compañía colombiana encargada de la implementación de la estructura mecánica de la autoclave, generando sobrecostos por concepto de importación.	En Colombia existen aproximadamente 600 empresas del sector metalmecánica; sin embargo, no hay una clasificación que permita identificar si estas poseen las condiciones técnicas requeridas para realizar una buena implementación de la estructura mecánica. Dado lo anterior, definimos una probabilidad del 40% a este riesgo.	30,00%	10	3	Externos	Mitigar	Hacer proyección del costo de la elaboración de la estructura cilíndrica de alta presión y temperatura a través de importación.	Solicitar la fabricación de la estructura cilíndrica de alta presión y temperatura a proveedor internacional.
R6	Dadas las diferentes alternativas para desarrollar el proyecto, se generan desacuerdos entre los grupos de desarrollo de hardware y software, generando retrasos en el cronograma.	Se tienen cuatro (4) grupos de trabajo para el desarrollo de software y hardware, por lo que haciendo un análisis probabilístico se determina que hay un 25% de posibilidad que se generen desacuerdos entre los grupos de trabajo.	30,00%	8	2,4	Gerencia del proyecto	Mitigar	Tener un plan de comunicaciones definido, y un plan para la resolución de conflictos socializado a todos los integrantes del proyecto. Incluir en la agenda de las reuniones un punto para discutir temas alusivos al desarrollo de hardware y software.	Reuniones extraordinarias en las que Gerente del proyecto junto con líderes de desarrollo de hardware y software tomen decisiones para dirimir desacuerdos.

Figura 26. Matriz de riesgos, análisis y contingencia; continua en página siguiente.

Fuente: Construcción del autor

Matriz de riesgos, análisis y contingencia cuarta parte.

ID	Descripción del Riesgo	Justificación Probabilidad	Probabilidad	Impacto	Importancia	Categoría	Estrategia de Respuesta	Detalle de Estrategia.	Plan de Contingencia
R7	A causa del desconocimiento práctico del proceso de esterilización, durante las pruebas el equipo no esteriliza correctamente elementos quirúrgicos, generando retrasos en el cronograma.	El cálculo se realizó mediante ejercicio probabilístico comparando variables de conocimiento técnico y médico, respecto al funcionamiento del equipo con relación al proceso de esterilización lo que arroja una probabilidad del 75%.	80,00%	10	8	Técnicos	Mitigar	Disponer de una persona con conocimiento en esterilización que preste asesoría al desarrollo del equipo.	Disponer de un equipo de trabajo que se encargue de hacer los ajustes al equipo en jornada extralaboral en aras de tener el equipo listo en el menor tiempo posible.
R8	A causa del desconocimiento práctico del proceso de esterilización, durante las pruebas el equipo no esteriliza correctamente elementos quirúrgicos, generando sobrecostos en el proyecto asociados al tiempo adicional de la mano de obra.	El cálculo se realizó mediante ejercicio probabilístico comparando variables de conocimiento técnico y médico, respecto al funcionamiento del equipo con relación al proceso de esterilización lo que arroja una probabilidad del 75%.	80,00%	10	8	Técnicos	Mitigar	Hacer proyección de costos de la contratación de un asesor externo experto en procesos de esterilización y del valor de trabajo extra del equipo de trabajo.	Afectar reserva de contingencia.

Figura 26. Matriz de riesgos, análisis y contingencia; continua en página siguiente.

Fuente: Construcción del autor

Matriz de riesgos, análisis y contingencia quinta parte.

ID	Descripción del Riesgo	Justificación Probabilidad	Probabilidad	Impacto	Importancia	Categoría	Estrategia de Respuesta	Detalle de Estrategia.	Plan de Contingencia
R9	Debido a un mal proceso de ensamble de componentes de hardware, se generan fallas en el funcionamiento del sistema, generando retrasos en el cronograma.	Dado que son variadas las causas por las cuales una persona con experiencia puede fallar en el ensamble de componentes y dichas causas están asociadas a estados anímicos de las personas, no es posible sustentar la probabilidad del riesgo estadísticamente; no obstante, la experiencia sugiere que, aunque baja existe la posibilidad de que esto suceda, por lo cual, se asigna un valor bajo.	10,00%	10	1	Técnicos	Mitigar	Realizar test de pruebas durante en ensamble para garantizar la efectividad de este.	Disponer de un equipo de trabajo que se encargue de hacer los ajustes al equipo en jornada extralaboral en aras de tener el equipo listo en el menor tiempo posible.
R10	Debido a un mal proceso de ensamble de componentes de hardware, se generan fallas en el funcionamiento del sistema, generando sobrecostos en el proyecto.	Dado que son variadas las causas por las cuales una persona con experiencia puede fallar en el ensamble de componentes y dichas causas están asociadas a estados anímicos de las personas, no es posible sustentar la probabilidad del riesgo estadísticamente; no obstante, la experiencia sugiere que, aunque baja existe la posibilidad de que esto suceda, por lo cual, se asigna un valor bajo.	10,00%	10	1	Técnicos	Evitar	Realizar test de pruebas durante en ensamble para garantizar la efectividad de este. Realizar la proyección de costos del trabajo extralaboral del equipo de trabajo.	Afectar la reserva de contingencia.

Figura 26. Matriz de riesgos, análisis y contingencia; continua en página siguiente.

Fuente: Construcción del autor

Matriz de riesgos, análisis y contingencia sexta parte.

ID	Descripción del Riesgo	Justificación Probabilidad	Probabilidad	Impacto	Importancia	Categoría	Estrategia de Respuesta	Detalle de Estrategia.	Plan de Contingencia
R11	Debido a un mal diseño de la cámara de presión del sistema, se producen fugas de aire a alta presión, lo cual genera sobrecostos en el proyecto.	En Colombia existen aproximadamente 600 empresas del sector metalmecánica; sin embargo, no hay una clasificación que permita identificar si estas poseen las condiciones técnicas requeridas para realizar una buena implementación de la estructura mecánica; por lo anterior, se asigna la probabilidad del 50%	50,00%	10	5	Técnicos	Evitar	Proyectar los costos asociados a la realización de pruebas de fugas de aire.	Afectar la reserva de contingencia.
R12	Debido a una mala implementación de la cámara de presión del sistema de esterilización, se producen fugas de aire a alta presión, lo cual genera retrasos en el cronograma.	En Colombia existen aproximadamente 600 empresas del sector metalmecánica; sin embargo, no hay una clasificación que permita identificar si estas poseen las condiciones técnicas requeridas para realizar una buena implementación de la estructura mecánica; por lo anterior, se asigna la probabilidad del 50%	50,00%	10	5	Técnicos	Evitar	Proyectar en cronograma el tiempo estimado para la realización de pruebas de fugas de aire y ajustes de defectos encontrados.	Disponer de un equipo de trabajo que se encargue de hacer los ajustes al equipo en jornada extralaboral para compensar retrasos.
R13	Debido a la alta temperatura de la cámara de presión, en el momento de realizar las pruebas se producen quemaduras por contacto directo con el equipo, generando lesiones al operador lo que representa mayores costos para el proyecto.	La probabilidad se calculó basados en que un operador trabajará ocho (8) horas por día y en un día realizará cuatro (4) pruebas de 40 minutos; por lo anterior, se asigna la probabilidad del 30%.	30,00%	10	3	Gerencia del proyecto.	Evitar	Suministrar todos los elementos de protección al personal técnico del proyecto y brindar capacitación sobre autocuidado.	Disponer de una póliza que cubra los costos asociados a los incidentes o accidentes.

Figura 26. Matriz de riesgos, análisis y contingencia.

Fuente: Construcción del autor

Anexo DD. *Procurement management plan.*

PROCUREMENT MANAGEMENT PLAN

<i>Project Title:</i> Sistema de esterilización de instrumentos quirúrgicos	
<i>Project Sponsor:</i> Director General de la clínica	<i>Date Prepared:</i> 2018-06-24
<i>Project Manager:</i> Gerente de Proyecto	<i>Project Customer:</i> Clínica

Procurement Authority

El nivel de autoridad del gerente de proyecto en cuanto a las adquisiciones contempla las siguientes definiciones:

- Buscar, evaluar y aprobar de forma conjunta con el sponsor, los posibles proveedores de servicios para el proyecto, con base a los criterios de evaluación definidos.
- Evaluar, elegir y aprobar las ofertas económicas de equipos y servicios del proyecto siempre y cuando no superen el 20% del presupuesto.
- Revisar, evaluar y dar viabilidad a los contratos involucrados en la ejecución del proyecto, así como de los cambios asociados a estos mismos. La aprobación de los contratos se realizará de forma conjunta con el gerente de proyecto y el sponsor.

Nota: En caso de superar el presupuesto asignado para el proyecto en alguna de las definiciones anteriores, el gerente de proyecto se limitará a dar un concepto de viabilidad y el Sponsor será el responsable de aprobar.

Roles and Responsibilities

<i>Project Manager</i>	<i>Sponsor del proyecto</i>
<ol style="list-style-type: none"> 1. Aprobar las compras hasta por el 20% del presupuesto. 2. Formular los requerimientos de las adquisiciones. 3. Seleccionar y aprobar los proveedores. 4. Supervisar el proceso de adquisiciones. 5. Medir el desempeño de los proveedores. 6. Vigilar y cerrar los contratos del proyecto. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aprobar el plan de gestión de las adquisiciones. 2. Aprobar los proveedores del proyecto. 3. Aprobar los contratos de servicios y personal. 4. Aprobar cualquier compra que supere el 20% del presupuesto

Standard Procurement Documents

1. Formato de evaluación de proveedores.
2. Formato de solicitud de compra de equipos.

Contract Type

En el proyecto se van a realizar contratos de tipo precio fijo cerrado (FFP por sus siglas en inglés).

PROCUREMENT MANAGEMENT PLAN

Contract Criteria

- La compañía contratada debe tener un puntaje superior al 80% en los criterios de selección de proveedores.
- Se debe presentar una cotización previa con un tiempo de validez no menor a 45 días calendario.
- Las condiciones de garantía deben ser de mínimo 15 días para componentes electrónicos e insumos, y un año para instrumentos, equipos y herramientas.
- El tiempo de entrega debe ser de máximo 5 días calendario para productos nacionales y 30 días calendario para productos importados.
- Los productos ofertados deben cumplir al menos con el 100% de las condiciones técnicas exigidas.

Bonding and Insurance Requirements

En el proyecto se requiere que el contrato celebrado con la empresa que fabrica la estructura mecánica del sistema posea una póliza que garantice el cumplimiento de los requerimientos técnicos del sistema.

Selection Criteria

<i>Weight</i>	<i>Criteria</i>
30%	Cumplimiento (tiempo de entrega del producto y cantidades acordadas)
15%	Calidad (Producto entregado, entrega de producto)
30%	Condiciones comerciales (Crédito, descuento, disponibilidad, precios)
15%	Documentación de tipo comercial (Radicación de facturas a tiempo)
10%	Atención al cliente (Solicitudes atendidas, tiempos de respuesta a solicitudes)

Procurement Assumptions and Constraints

Supuestos

- El cronograma del proyecto no es flexible por lo tanto las actividades que involucren adquisiciones deben realizarse en el tiempo programado según el cronograma.
- El proyecto cuenta con un presupuesto fijo para todo el ciclo de vida, por tanto, no se permitirán variaciones en el costo de las actividades o entregables de la EDT.
- El costo de los equipos y herramientas no variará durante el ciclo de vida del proyecto.

Restricciones

- Las características técnicas de los equipos y herramientas empleados para la ejecución del proyecto permitirán cumplir con los objetivos de mismo.
- Las cantidades de equipos y herramientas proyectados desde la planeación del proyecto serán suficientes para ejecutarlo en su totalidad.

PROCUREMENT MANAGEMENT PLAN

Integration Requirements

WBS	La EDT utilizada por la empresa contratista encargada de la fabricación de la estructura mecánica del sistema debe ajustarse a la EDT del proyecto en cuanto al alcance, tiempo, costo y calidad.
Schedule	La empresa contratista encargada de la fabricación de la estructura mecánica de sistema debe ajustarse tanto a los tiempos de entrega fijados por el cronograma y a los horarios de trabajo fijados para la ejecución del proyecto.
Documentation	Todos los contratistas del proyecto requieren presentar RUT y cámara de comercio para la firma de cualquier contrato.
Risk	Los riesgos asociados al proceso de adquisición tienen los códigos R1, R4, R5, R11, R12 y se pueden encontrar en la matriz de riesgos; en este plan se discrimina una estrategia de respuesta y un plan de contingencia.
Performance Reporting	Los reportes de desempeño de la empresa contratista encargada de la implementación de la estructura mecánica de sistema no tendrán ninguna relación con los reportes del estado del proyecto.

Performance Metrics

<i>Domain</i>	<i>Metric Measurement</i>	<i>Description</i>
Cumplimiento	$T_{ep} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{Te_i}{Tp_i}}{n} * 100\%$	<p>T_{ep} = Tiempo de entrega promedio</p> <p>Te_i = Tiempo de entrega de la adquisición i.</p> <p>Tp_i = Tiempo de entrega planeado de la adquisición i.</p> <p>n = Número de adquisiciones.</p>
Cumplimiento	$C_{ep} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{Ce_i}{Cp_i}}{n} * 100\%$	<p>C_{ep} = Cantidad de entrega promedio</p> <p>Ce_i = Cantidad entregada en la adquisición i.</p> <p>Cp_i = Cantidad planeada a ser entregada en la adquisición i.</p> <p>n = Número de adquisiciones.</p>

PROCUREMENT MANAGEMENT PLAN

Domain	Metric Measurement	Description
Calidad productos entregados.	$Q_{pe} = \frac{P_e - P_d}{P_e} * 100\%$	P_e = Productos entregados P_d = Productos devueltos
Condiciones comerciales	$C_c = 35\% * C_r + 35\% * D_t + \%D_{to}$	C_r = Crédito (vale uno o cero). D_t = Disponibilidad (vale uno o cero). $\%D_{to}$ = Porcentaje de descuento. (Máximo 30%)
Documentación (Entrega facturas a tiempo)	$F_t = \frac{F_t - F_r}{F_t} * 100\%$	F_t = Facturas totales. F_r = Facturas retrasadas.
Atención al cliente (solicitudes)	$S_t = \frac{S_t - S_a}{S_t} * 100\%$	S_t = Solicitudes totales. S_a = Solicitudes atendidas.
Atención al cliente (tiempo de respuesta promedio a solicitudes)	$T_{rp} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{T_{ri}}{T_{rqi}}}{n}$	T_{rp} = Tiempo de respuesta promedio. T_{ri} = Tiempo de respuesta a la solicitud i. T_{rqi} = Tiempo de respuesta requerido a la solicitud i. Número de solicitudes.

Anexo EE. Cronograma de compras y adquisiciones primera parte

Código EDT	RESPONSABLE	SEMANA 1					SEMANA 2					SEMANA 3					SEMANA 4					SEMANA 5					SEMANA 6					SEMANA 7					SEMANA 8			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	
2.3.1.1	Líder Des. hardware																																							
SCT	Líder Des. hardware																																							
EOF	Líder Des. hardware																																							
GEO	Líder Des. hardware																																							
CPE	Líder Des. hardware																																							
2.3.1.2	Líder Des. hardware																																							
SCT	Líder Des. hardware																																							
EOF	Líder Des. hardware																																							
GEO	Líder Des. hardware																																							
CPE	Líder Des. hardware																																							
2.3.1.3	Líder Des. hardware																																							
SCT	Líder Des. hardware																																							
EOF	Líder Des. hardware																																							
GEO	Líder Des. hardware																																							
CPE	Líder Des. hardware																																							
2.3.1.4	Líder Des. hardware																																							
SCT	Líder Des. hardware																																							
EOF	Líder Des. hardware																																							
GEO	Líder Des. hardware																																							
CPE	Líder Des. hardware																																							
2.3.1.5	Líder Des. hardware																																							
SCT	Líder Des. hardware																																							
EOF	Líder Des. hardware																																							
GEO	Líder Des. hardware																																							
CPE	Líder Des. hardware																																							
RCP	Líder Des. hardware																																							
STC = Solicitud tres cotizaciones, EOF = Elección de oferta, GEO = Generación y envío orden de compra, CPE= confirmación de pago y envío de mercancía, RCP = Revisión concuertos impresos y verificación.																																								

Figura 28. Cronograma de adquisiciones.

Fuente: Construcción del autor.

Cronograma de compras y adquisiciones segunda parte

Código EDT	RESPONSABLE	SEMANA 1					SEMANA 2					SEMANA 3					SEMANA 4					SEMANA 5					SEMANA 6					SEMANA 7					SEMANA 8			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	
2.3.2.1	Líder Des. software																																							
SCT	Líder Des. software																																							
EOF	Líder Des. software																																							
GEO	Líder Des. software																																							
CPE	Líder Des. software																																							
2.3.2.2	Líder Des. software																																							
SCT	Líder Des. software																																							
EOF	Líder Des. software																																							
GEO	Líder Des. software																																							
CPE	Líder Des. software																																							
2.3.2.3	Líder Des. software																																							
SCT	Líder Des. software																																							
EOF	Líder Des. software																																							
GEO	Líder Des. software																																							
CPE	Líder Des. software																																							
2.3.2.4	Líder Des. software																																							
SCT	Líder Des. software																																							
EOF	Líder Des. software																																							
GEO	Líder Des. software																																							
CPE	Líder Des. software																																							
2.3.3.1	Líder Des. hardware																																							
SCT	Líder Des. hardware																																							
EOF	Líder Des. hardware																																							
GEO	Líder Des. hardware																																							
CPE	Líder Des. hardware																																							

STC = Solicitud tres cotizaciones, EOF = Elección de oferta, GEO = Generación y envío orden de compra, CPE = confirmación de pago y envío de mercancía, RCP = Revisión corcuits impresos y verificación.

Figura 29. Cronograma de adquisiciones.

Fuente: Construcción del autor.

Cronograma de compras y adquisiciones tercera parte

Código EDT	RESPONSABLE	SEMANA 1					SEMANA 2					SEMANA 3					SEMANA 4					SEMANA 5					SEMANA 6					SEMANA 7					SEMANA 8			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	
2.3.3.2	Líder Des. hardware																																							
SCT	Líder Des. hardware																																							
EOF	Líder Des. hardware																																							
GEO	Líder Des. hardware																																							
CPE	Líder Des. hardware																																							
2.3.4.1	Líder Des. software																																							
SCT	Líder Des. software																																							
EOF	Líder Des. software																																							
GEO	Líder Des. software																																							
CPE	Líder Des. software																																							
2.3.4.2	Líder Des. software																																							
SCT	Líder Des. software																																							
EOF	Líder Des. software																																							
GEO	Líder Des. software																																							
CPE	Líder Des. software																																							

STC = Solicitud tres cotizaciones, EOF = Elección de oferta, GEO = Generación y envío orden de compra, CPE = confirmación de pago y envío de mercancía, RCP = Revisión concuertos impresos y verificación.

Figura 30. Cronograma de adquisiciones.

Fuente: Construcción del autor.

Anexo FF. Análisis PESTLE.

Componente	Factor	Descripción del factor en el entorno del proyecto	Fase de análisis					Nivel de incidencia					¿Describa cómo incide en el proyecto?	¿Cómo potenciaría los efectos positivos y disminuiría los negativos?
			I	P	Im	C	Cr	Mn	N	I	P	Im		
Político	Relaciones de poder	Dado que el proyecto es una mejora de proceso se desarrolla al interior de la clínica y tanto el sponsor como el equipo de proyecto persiguen un mismo objetivo.	X	X	X	X						X	Disminuye la posibilidad de conflictos entre el sponsor y la gerencia del proyecto con relación al cumplimiento de los objetivos del proyecto.	Creando canales de comunicación apropiados, como reuniones, en las cuales queden establecidos compromisos en actas.
Económico	Infraestructura, cobertura y calidad de los servicios públicos (acueducto, alcantarillado, recolección de residuos, energía eléctrica e internet entre otros.)	La clínica cuenta con la infraestructura necesaria para el desarrollo del proyecto, garantizando espacios para que el equipo de proyecto desarrolle sus actividades.	X	X		X						X	No se incurre en gastos asociados a alquiler de oficinas para el proyecto. El equipo de proyecto opera en el interior de la clínica por lo que tiene comunicación directa con los futuros usuarios del producto objeto del proyecto.	Utilizando la infraestructura para aprovechar las condiciones dispuestas para que los equipos utilizados funcionen de manera más adecuada y por mucho más tiempo.
Legal	Legislación en proceso o proyecciones que podrían afectar el proyecto	El producto (SEIQ) está regulado por el INVIMA y este ente puede establecer nuevas políticas para este tipo de equipos.	X	X					X				Si un cambio en las políticas que regulan el producto modifica de alguna forma el alcance, podría incurrirse en costos extras por los cambios que se deban hacer.	Desarrollando un análisis exhaustivo en la etapa de diagnóstico de los requisitos que debe cumplir la autoclave de acuerdo con lo exigido por el INVIMA.
Tecnológico	Tecnología disponible	La programación se desarrolla en un software libre.			X							X	Ahorro en los costos de adquisición de un software. Se dispone de un código fuente.	Facilitando el ahorro de las finanzas de la clínica, donde se implemente el sistema.
		Se requieren componentes electrónicos que no están disponibles en el mercado colombiano.			X				X				Retrasos en importaciones puede retrasar la fase de implementación del proyecto, generando impacto en la ejecución del cronograma de este.	Monitoreando de forma permanente las importaciones y consiguiendo otros proveedores.

Figura 31. Análisis PESTLE

Fuente: Construcción del autor

Anexo GG. Estrategias de sostenibilidad ambiental.

Componente	Factor	Descripción del factor en el entorno del proyecto	Fase de análisis					Nivel de incidencia					¿Describa cómo incide en el proyecto?	¿Cómo potenciaría los efectos positivos y disminuiría los negativos?
			I	P	Im	C	Cr	Mn	N	I	P	Im		
Político	Relaciones de poder	Dado que el proyecto es una mejora de proceso se desarrolla al interior de la clínica y tanto el sponsor como el equipo de proyecto persiguen un mismo objetivo.	X	X	X	X						X	Disminuye la posibilidad de conflictos entre el sponsor y la gerencia del proyecto con relación al cumplimiento de los objetivos del proyecto.	Creando canales de comunicación apropiados, como reuniones, en las cuales queden establecidos compromisos en actas.
Económico	Infraestructura, cobertura y calidad de los servicios públicos (acueducto, alcantarillado, recolección de residuos, energía eléctrica e internet entre otros.)	La clínica cuenta con la infraestructura necesaria para el desarrollo del proyecto, garantizando espacios para que el equipo de proyecto desarrolle sus actividades.	X	X		X						X	No se incurre en gastos asociados a alquiler de oficinas para el proyecto. El equipo de proyecto opera en el interior de la clínica por lo que tiene comunicación directa con los futuros usuarios del producto objeto del proyecto.	Utilizando la infraestructura para aprovechar las condiciones dispuestas para que los equipos utilizados funcionen de manera más adecuada y por mucho más tiempo.
Legal	Legislación en proceso o proyecciones que podrían afectar el proyecto	El producto (SEIQ) está regulado por el INVIMA y este ente puede establecer nuevas políticas para este tipo de equipos.	X	X					X				Si un cambio en las políticas que regulan el producto modifica de alguna forma el alcance, podría incurrirse en costos extras por los cambios que se deban hacer.	Desarrollando un análisis exhaustivo en la etapa de diagnóstico de los requisitos que debe cumplir la autoclave de acuerdo con lo exigido por el INVIMA.
Tecnológico	Tecnología disponible	La programación se desarrolla en un software libre.			X							X	Ahorro en los costos de adquisición de un software. Se dispone de un código fuente.	Facilitando el ahorro de las finanzas de la clínica, donde se implemente el sistema.
		Se requieren componentes electrónicos que no están disponibles en el mercado colombiano.			X				X				Retrasos en importaciones puede retrasar la fase de implementación del proyecto, generando impacto en la ejecución del cronograma de este.	Monitoreando de forma permanente las importaciones y consiguiendo otros proveedores.

Figura 32. Estrategias de sostenibilidad ambiental.

Fuente: Construcción del autor

Anexo HH. Plan HSSE.

HSSE PLAN

Project Title: Sistema de esterilización de instrumentos quirúrgicos	
Project Sponsor: Director General de la clínica	Date Prepared: 2018-06-24
Project Manager: Gerente de Proyecto	Project Customer: Clínica

Information about project

Entidad	Clínica Agnés Verder
Dirección	Calle 165 No. 321-53
País / ciudad	Colombia / Bogotá
ARL / clase de riesgo	Axim aseguradora / Nivel I
Actividad económica	8610 - Actividades de hospitales y clínicas, con internación
Jornada laboral	Lunes a viernes de 8:00 a.m. a 6:00 P.M

Project human resources

El equipo de trabajo del proyecto está conformado por los roles descritos en la estructura de desagregación de recursos humanos (Gráfica 7).

Objectives

Establecer lineamientos en torno a la seguridad en el sitio de trabajo de modo que se genere una cultura de autocuidado y comportamientos seguros en el desarrollo del proyecto.

Roles and responsibilities

Role	Responsibility
Gerente de proyecto	<ul style="list-style-type: none"> - Comunicar al equipo de proyecto las responsabilidades en seguridad y salud en el trabajo. - Identificar los peligros y controlar los riesgos que puedan presentarse durante el proyecto. - Implementar acciones preventivas y correctivas frente a la materialización de riesgos. - Participar en la investigación de los incidentes y accidentes de trabajo. - Procurar el cuidado integral de su salud y la de los miembros del equipo de proyecto.
Líderes desarrollo hardware y software	<ul style="list-style-type: none"> - Conocer la política de HSSE establecida por la clínica como por el proyecto y cumplirlas. - Procurar el cuidado integral de su salud y la de los demás miembros del equipo de proyecto. - Suministrar información completa sobre su estado de salud. - Informar las condiciones de riesgo identificadas al Gerente de Proyecto. - Reportar de forma inmediata todo incidente o accidente de trabajo.

HSSE PLAN***General terms and conditions***

- a. Antes de ingresar al proyecto y una vez este finalice el personal debe realizarse el examen de ingreso y egreso (opcional) respectivo, a fin de conocer el estado de salud de cada uno de los miembros del equipo de proyecto y emprender acciones preventivas.
- b. El *sponsor* por medio de la clínica entregará los elementos de protección personal para las actividades que así lo requieran a cada integrante del equipo de proyecto de la siguiente forma:
 - Ensamble estructura mecánica: guantes de nitrilo, mono gafas y tapabocas.
 - Pruebas del sistema (operación de la autoclave): guantes largos aislantes del calor, bata de laboratorio, delantal impermeable, mono gafas y tapabocas.
- c. Cada miembro del equipo de proyecto debe comprometerse a utilizar los elementos de protección personal para desarrollar las actividades que así lo requieran.
- d. La clínica cuenta con un protocolo para la atención de emergencias, una brigada de emergencia y con elementos de primeros auxilios tales como: camillas, botiquines y equipos contra incendio; por lo que los miembros del equipo de proyecto deben conocer dicho protocolo, atender las instrucciones de los integrantes de la brigada y tener presente la ubicación de los elementos en caso de requerir utilizarlos.
- e. La clínica cuenta con una política de prevención y control de consumo alcohol, drogas y tabaco que los integrantes del equipo de proyecto deben conocer y cumplir.

Anexo II. Acta de cierre del proyecto.

	ACTA DE CIERRE DEL PROYECTO		
	Versión: 01		
FECHA:			
NOMBRE DEL PROYECTO:			
ASISTENTES			
Nombre		Rol	Firma
VERIFICACIÓN DE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO			
Alcance del proyecto: _____			

Observaciones frente al cumplimiento del alcance			
Fecha de finalización prevista: _____		Fecha de finalización real: _____	
Porcentaje de cumplimiento:			
Observaciones frente al cumplimiento del tiempo			
Costo previsto: _____		Costo real: _____	
Porcentaje de cumplimiento:			
Observaciones frente al cumplimiento del costo			

Figura 33. Acta de cierre del proyecto; continúa en página siguiente.

Fuente: Construcción del autor

	ACTA DE CIERRE DEL PROYECTO	
	Versión: 01	
VERIFICACIÓN DEL ESTADO DEL PROYECTO PARA EL CIERRE		
<p style="text-align: center;">Entrega del sistema de esterilización de instrumentos quirúrgicos</p> <div style="border: 1px solid black; height: 50px; margin-bottom: 10px;"></div> <p style="text-align: center;">Entrega manuales y documentos del sistema de esterilización de instrumentos quirúrgicos</p> <div style="border: 1px solid black; height: 50px; margin-bottom: 10px;"></div> <p style="text-align: center;">Entrega de recursos asignados al proyecto</p> <div style="border: 1px solid black; height: 50px; margin-bottom: 10px;"></div> <p style="text-align: center;">Entrega documentos de la ejecución del proyecto</p> <div style="border: 1px solid black; height: 50px;"></div>		
FORMALIZACIÓN CIERRE DEL PROYECTO		
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-end; padding-top: 20px;"> <div style="width: 45%; text-align: center;"> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/> <i>Sponsor del proyecto</i> Recibe </div> <div style="width: 45%; text-align: center;"> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/> Gerente de Proyecto Entrega </div> </div>		

Figura 32. Acta de cierre del proyecto.

Fuente: Construcción del autor

Anexo JJ. Formato de gestión de expectativas.

FORMATO GESTIÓN DE ESPECTATIVAS

<i>Project Title:</i> Sistema de esterilización de instrumentos quirúrgicos	
<i>Project Sponsor:</i> Director General de la clínica	<i>Date Prepared:</i> 2018-06-24
<i>Project Manager:</i> Gerente de Proyecto	<i>Project Customer:</i> Clínica

Medida de éxito	Interesados	Prioridad	Expectativa	Sugerencia

Figura 34. Formato gestión de expectativas.

Fuente: Construcción del autor.

Anexo KK. Lista de chequeo realización de pruebas de simulación.


<div><div><div>Clínica</div><div></div><div>Agnès Verder</div></div></div>	LISTA DE CHEQUEO REALIZACIÓN PRUEBAS DE SIMULACIÓN	
	Versión: 01	
DISEÑO PLATAFORMA HARDWARE		
ASPECTO A VERIFICAR	RESULTADO DE VERIFICACIÓN	ACCIÓN
Medición de voltaje de Alimentación del sensores y micro controlador el cual debe ser 5 VDC +/- 2%.		
Medición de voltaje de alimentación de la etapa de acondicionamiento de señales de sensores el cual debe ser de 6.0VDC +/-2%		
Medición de la relación señal a ruido de los sensores de presión, temperatura y agua el cual debe ser superior a 100 dB.		
Medición de voltaje de salida del sensor de presión el cual debe estar entre 0.2 Voltios y 4.6 VDC +/- 3%		
Medición de voltaje de salida del sensor de temperatura el cual debe estar entre 0.1 Voltios a 4.0 VDC		
Medición de voltaje de salida del sensor de Agua el cual debe ser 0.1 Voltios 0 5.0 VDC +/- 10%		
Medición de voltaje de salida de la etapa de acondicionamiento del sensor de presión el cual debe estar entre 0.2 Voltios y 5.0 VDC +/- 3%		
Medición de voltaje de salida de la etapa de acondicionamiento del sensor de temperatura el cual debe estar entre 0.1 Voltios a 5.0 VDC		
Medición del error de voltaje de la señal de salida de la etapa de acondicionamiento de los sensores.		
Medición de del rango de control de potencia el cual debe estar entre el 100% (1000 KVA +/- 10%) a 0% (0 KVA).		
Medición del voltaje de la señal de control de potencia la cual debe ser una onda cuadrada frecuencia 60 Hz y voltaje entre 0.1 Voltios 0 5.0 VDC +/- 10%		
Medición de sincronismo entre la señal de la red eléctrica y la señal de control de potencia.		
Medición de la resolución del conversor análogo digital del micro controlador la cual debe estar entre 0 (0 VDC) y 1023 (5.0 VDC).		
Verificar que el algoritmo programado en el micro controlador coincida con el diagrama de flujo del proceso de esterilización		
Verificar que las señales de voltaje de los dispositivos de visualización se encuentren en un rango de voltajes de 0.1 a 5.0 VDC +/- 10%		
Verificar que los datos mostrados en los dispositivos de visualización sean correctos.		
Verificar que la forma de onda de la señal del estándar de comunicación RS232 sea una onda cuadrada de frecuencia variable y rango entre 0.1 a 5.0 VDC +/- 10%		
La relación señal a ruido de la señal enviada por RS232 debe de ser mayor a 20 dB.		
Verificar que el sistema electrónico controle la presión de la cámara mediante el calentamiento de una resistencia a 32 PSI o 20 PSI.		

Figura 35. Lista de chequeo prueba de simulación; continúa en página siguiente.

Fuente: Construcción del autor.


	LISTA DE CHEQUEO REALIZACIÓN PRUEBAS DE SIMULACIÓN	
	Versión: 01	
DISEÑO PLATAFORMA SOFTWARE		
ITEM	HALLAZGO	ACCIÓN
Comprobar que la navegabilidad de la interfaz Web concuerde con el diagrama de navegabilidad diseñado.		
Comprobar que la aplicación Web ejerza monitoreo y control del proceso de esterilización y las variables físicas que intervienen.		
Comprobar que la información almacenada en la base de datos de la aplicación Web se almacene en las tablas y campos definidos.		
Verificar la correcta instalación del sistema operativo y los drivers de los periféricos correspondientes.		
DISEÑO SISTEMA MECÁNICO		
ITEM	HALLAZGO	ACCIÓN
Verificar que la cámara de presión no se presente ninguna fuga en una presión sostenida de 35 PSI.		
Verificar que la tapa de la cámara de presión no presente ninguna fuga durante el proceso de esterilización.		
Verificar que la válvula de emergencia realice la apertura controlada de la cámara cuando la presión sobrepase un valor de 35 PSI.		
Verificar que cuando se hacen mas de dos ciclos seguidos, la alta temperatura no degrade el material de la tapa de la cámara de alta presión, así como el acoplamiento del sensor de temperatura.		
La temperatura de los componentes de hardware alojados en el interior del equipo no debe superar los 35°C		
La temperatura ambiente del equipo en el interior no debe sobrepasar los 40°C y la humedad debe ser inferior al 65%.		
DISEÑO SISTEMA ELÉCTRICO		
ITEM	HALLAZGO	ACCIÓN
Verificar que el voltaje de operación del equipo sea de 120 VAC monofásico.		
Verificar que el consumo de potencia del equipo sea máximo de 1200 VA.		
Verificar que cuando el equipo se encuentre conectado a la red eléctrica debidamente reglamentada, el voltaje entre neutro y tierra sea de +/- 0,05 VAC.		
Realizar una prueba de corto circuito en la resistencia de calentamiento para verificar que las protecciones del equipo funcionan de forma correcta.		
DATOS DE EJECUCIÓN DE PRUEBAS DE SIMULACIÓN		
NOMBRE: _____		
FECHA: _____		

Figura 34. Lista de chequeo prueba de simulación.

Fuente: Construcción del autor.

Anexo LL. Protocolo de pruebas SEIQ.

Protocolo de pruebas para control biológico

El objetivo de esta prueba es introducir en el SEIQ un cultivo de esporas vivas (*Bacillus Stearontenmophylus*) para verificar el correcto funcionamiento del proceso de esterilización; estas bacterias se encuentran en una ampolla de vidrio con tapa de color para la penetración del agente esterilizante y un filtro hidrofóbico para proteger el cultivo de microorganismos provenientes del ambiente; en la **Tabla 50** se presentan los materiales necesarios para el desarrollo de la prueba:

Tabla 50. Materiales necesarios para pruebas de control biológico.

Descripción	Cantidad
Incubadora de control biológico proporcionada por la clínica de 58°C	1
Indicador biológico autocontenido para ciclos de vapor de 121°C /132°C	5
Paquete de elementos de protección (guantes, gafas, bata, gorro)	5
Paquete de veinte (20) sobres sellables.	1

Fuente: Construcción del autor

En la **Tabla 51.** Procedimiento de pruebas de control biológico.

Índice	Responsable	Actividad
Paso 1	Líder desarrollo de software.	Identificar el indicador biológico marcando en la etiqueta externa: número de prueba, fecha y número de esterilizador
Paso 2	Líder desarrollo de software.	Tomar registro fotográfico del IB; su color inicialmente debe ser purpura.
Paso 3	Líder desarrollo de software.	Introducir el indicador biológico en un sobre sellable sobre una bandeja de prueba.
Paso 4	Líder desarrollo de software.	Colocar la bandeja en la parte superior de la cámara de esterilización e iniciar el ciclo de esterilización.
Paso 5	Líder desarrollo de software.	Cuando finalice la esterilización abrir la cámara de presión y dejar secar por 5 minutos.
Paso 6	Líder desarrollo de software.	Extraer el IB del sobre sellado y dejar enfriar 10 minutos adicionales.
Paso 7	Líder desarrollo de software.	Verificar el cambio de color del IB de purpura a café para seguir el proceso; de lo contrario, volver al paso 1.
Paso 8	Líder desarrollo de software.	Activar el IB e incubarlo por 48 horas a una temperatura de 56°C +/- 2°C; al mismo tiempo se debe incuban un IB no procesado para verificar que las condiciones de incubación sean apropiadas para el crecimiento de bacterias.

Paso 9	Líder desarrollo de software.	Tomar registros fotográficos a las 8, 12, 18, 24 y 48 horas y registrar los resultados.
Paso 10	Líder desarrollo de software.	Si al final del proceso el IB procesado no presenta variaciones de color, el proceso de esterilización fue correcto.
Paso 11	Líder desarrollo de software.	Los desechos de las pruebas deben depositarse en los residuos peligrosos para su posterior tratamiento.

se describen los pasos que se deben llevar a cabo para la realización de esta prueba; se realizaran cinco veces esta prueba para verificar el funcionamiento del SEIQ.

Prueba de esterilización con cintas indicadoras

El objetivo de esta prueba es introducir un paquete de instrumental quirúrgico en el SEIQ para llevar a cabo el proceso de esterilización; junto a este, se debe introducir una banda multi parámetro para verificar el proceso de esterilización del paquetes a 121°, 132°C y 32 PSI; para el desarrollo de la prueba se requerirán los materiales indicados en la **Tabla 52**.

Tabla 51. Procedimiento de pruebas de control biológico.

Índice	Responsable	Actividad
Paso 1	Líder desarrollo de software.	Identificar el indicador biológico ²⁶ marcando en la etiqueta externa: número de prueba, fecha y número de esterilizador
Paso 2	Líder desarrollo de software.	Tomar registro fotográfico del IB; su color inicialmente debe ser purpura.
Paso 3	Líder desarrollo de software.	Introducir el indicador biológico en un sobre sellable sobre una bandeja de prueba.
Paso 4	Líder desarrollo de software.	Colocar la bandeja en la parte superior de la cámara de esterilización e iniciar el ciclo de esterilización.
Paso 5	Líder desarrollo de software.	Cuando finalice la esterilización abrir la cámara de presión y dejar secar por 5 minutos.
Paso 6	Líder desarrollo de software.	Extraer el IB del sobre sellado y dejar enfriar 10 minutos adicionales.
Paso 7	Líder desarrollo de software.	Verificar el cambio de color del IB de purpura a café para seguir el proceso; de lo contrario, volver al paso 1.
Paso 8	Líder desarrollo de software.	Activar el IB e incubarlo por 48 horas a una temperatura de 56°C +/- 2°C; al mismo tiempo se debe incuban un IB no procesado para verificar que las condiciones de incubación sean apropiadas para el crecimiento de bacterias.
Paso 9	Líder desarrollo de software.	Tomar registros fotográficos a las 8, 12, 18, 24 y 48 horas y registrar los resultados.
Paso 10	Líder desarrollo de software.	Si al final del proceso el IB procesado no presenta variaciones de color, el proceso de esterilización fue correcto.
Paso 11	Líder desarrollo de software.	Los desechos de las pruebas deben depositarse en los residuos peligrosos para su posterior tratamiento.

Fuente: Construcción del autor

Tabla 52. Materiales necesarios para pruebas con cintas.

Descripción	Cantidad
Bandas Indicadoras de esterilización 3MMR para vapor a 121°o 132°C	10
Paquete de instrumental quirúrgico.	1
Paquete de elementos de protección (guantes, gafas, bata, gorro)	10
Paquete de veinte (20) sobres sellables.	20

Fuente: Construcción del autor

Los pasos que se deben llevar a cabo para las pruebas realización con cintas indicadoras se describen en la **Tabla 53** (Compañía 3M):

²⁶ En adelante el indicador biológico se abrevia IB.

Tabla 53. Protocolo de pruebas de esterilización con cintas

Índice	Responsable	Actividad
Paso 1	Líder desarrollo de hardware.	Ubicar las bandas indicadoras de esterilización ²⁷ en el mismo sobre sellable donde se introduce el instrumental quirúrgico a esterilizar.
Paso 2	Líder desarrollo de hardware.	Tomar registro fotográfico del sobre sellado a esterilizar donde se visualice las BIE; inicialmente estas bandas deben tener indicadores de color púrpura.
Paso 3	Líder desarrollo de hardware.	Colocar la bandeja en la parte superior de la cámara de esterilización e iniciar el ciclo de esterilización con el sobre sellado del paso 1.
Paso 4	Líder desarrollo de hardware.	Cuando finalice la esterilización abrir la cámara de presión y dejar secar por 5 minutos.
Paso 5	Líder desarrollo de hardware.	Sacar el sobre sellado y extraer la BIE; tomar registro fotográfico de esta banda.
Paso 6	Líder desarrollo de hardware.	Si al final del proceso los indicadores púrpuras iniciales de la BIE se han tornado verdes, indica que ha habido suficiente exposición a las condiciones de esterilización (tiempo, temperatura, vapor).
Paso 7	Líder desarrollo de hardware.	Las cintas junto con los sobres producto de las pruebas deben depositarse en los residuos peligrosos para su posterior tratamiento.

Fuente: Construcción del autor.

Se realizarán diez (10) pruebas de esterilización con cintas indicadoras para verificar el correcto funcionamiento del SEIQ, aunque estas pruebas solo verifican si el material quirúrgico se ha expuesto suficientemente a las condiciones de esterilización (Compañía 3M).

²⁷ En adelante las bandas indicadoras de esterilización se abrevian BIE.

